N° D'ORDRE
65

THÈSES

PRÉSENTÉES A

LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE CAEN

POUR OBTENIR

LE TITRE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ

(MENTION SCIENCES)

par

Jean MAZIERES

1re THESE. — **Les coliformes dans les eaux marines et les huîtres. Application à l'hygiène ostréicole.**

2e THESE. — **Propositions données par la Faculté.**

Soutenues le 22 juin devant la Commission d'examen.

MM. JACQUET, *Président.*

BOCQUET, KAUFFMANN } *Suffragants.*

PARIS

INSTITUT SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DES PÊCHES MARITIMES

59, avenue Raymond-Poincaré

1962

N° D'ORDRE
65

THÈSES

PRÉSENTÉES A

LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE CAEN

POUR OBTENIR

LE TITRE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ
(MENTION SCIENCES)

par

Jean MAZIERES

1re THESE. — **Les coliformes dans les eaux marines et les huîtres. Application à l'hygiène ostréicole.**

2e THESE. — **Propositions données par la Faculté.**

Soutenues le 22 juin devant la Commission d'examen.

MM. JACQUET, *Président.*
BOCQUET, KAUFFMANN } *Suffragants.*

PARIS

INSTITUT SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DES PÊCHES MARITIMES
59, avenue Raymond-Poincaré

1962

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

FACULTE DES SCIENCES DE L'UNIVERSITE DE CAEN

Doyen ..... M. LOZAC'H Professeur Chimie.
Assesseur ..... M. BOCQUET Professeur Zoologie.

PROFESSEURS TITULAIRES

MM.	DANGEARD	Géologie	MM.	COJAN	Physique
	SCHERER	Physique		GIACOMO	Physique
	APERY	Mathématiques		PALLU DE LA BARRIÈRE	Mathématiques
	JACQUET	Microbiologie		REY	Zoologie
M^me^	WALTER-LÉVY	Chimie minérale		PHAM	Mathématiques
MM.	PITOT	Botanique		MONIER	Minéralogie
	CAMPBELL	Mathématiques		CONIA	Chimie
	MALLIAVIN	Mathématiques		PAREYN	Géologie
	VIALLE	Chimie	M^me^	GAYRAL	Botanique

PROFESSEURS SANS CHAIRE

MM.	BINET	Botanique
	ROMANET	Chimie
	THUREAU	Electronique

MAÎTRES DE CONFÉRENCES

MM.	RYBAK	Physiologie animale	M^lle^	DEMEUSY	Biologie
	MABBOUX-STROMBERG	Physique	M.	KAUFFMANN	Microbiologie
	NATAF	Mathématiques	M^me^	CONNES	Physique
	BARRAT	Physique	MM.	DOGUET	Biologie végétale
	BERNARD	Chimie		BENOIT	Physique
	LEGROS	Physique		BOK	Physique appliquée
	GAULT	Chimie		DESCHANVRES	Chimie

CHARGÉE D'ENSEIGNEMENT

M^me^ BLANCHETON Mathématiques

Secrétaire principal des Facultés ..... M. CAUCAL.

LES COLIFORMES DANS LES EAUX MARINES ET LES HUITRES

APPLICATION A L'HYGIENE OSTREICOLE

par Jean MAZIÈRES

SOMMAIRE

Pages

AVANT-PROPOS 5
INTRODUCTION 7

PREMIÈRE PARTIE

CHAPITRE I
L'OSTREICULTURE EN FRANCE

I. — L'ostréiculture 9
II. — Le contrôle sanitaire des coquillages 10

CHAPITRE II
DEFINITION ET CLASSIFICATION DES COLIFORMES 12

CHAPITRE III
METHODES D'ANALYSES

I. - *Méthodes générales de colimétrie :* 1° Colimétrie des eaux d'alimentation 21
2° Colimétrie des eaux de mer 23
II. - *Méthodes utilisées dans cette étude :* 1° L'analyse bactériologique 25
2° L'analyse chimique 30

DEUXIÈME PARTIE

ETUDE DES COLIFORMES EN RIVIERE D'AURAY

I. — Cadre de l'étude : la rivière d'Auray 31
II. — Circonstances et répartition des prélèvements 32

CHAPITRE I
COLIMETRIE DE L'EAU

1° ***Densité microbienne générale*** 34
2° ***Espèces rencontrées, proportions relatives et diminution, d'amont en aval, du nombre de germes des divers groupes*** 35
3° ***Facteurs qui influent sur la colimétrie de l'eau*** 38
A) Facteurs physiques 38
B) Facteurs chimiques 44
4° ***Pouvoir auto-épurateur des eaux fluvio-marines*** 48

CHAPITRE II

COLIMETRIE DES HUITRES

Pages

1° *Densité microbienne générale* 50
2° *Espèces rencontrées, proportions relatives et abaissement, d'amont en aval, de la teneur en germes des divers groupes* 51
3° *Facteurs qui influent sur la colimétrie des huîtres* 54
A) Facteurs physiques 54
B) Facteurs chimiques 55

TROISIÈME PARTIE

ETUDE DES COLIFORMES SUR LE LITTORAL

I. - Cadre de l'étude 60
II. - Circonstances et répartition des prélèvements 61

CHAPITRE I

COLIMETRIE DE L'EAU

1° *Densité microbienne générale* 64
2° *Espèces rencontrées* 64
3° *Facteurs qui influent sur la colimétrie de l'eau* 66
A) Facteurs physiques : Facteurs d'influence directe 67
Facteurs d'influence indirecte 67
B) Facteurs chimiques 71

CHAPITRE II

COLIMETRIE DES HUITRES

1° *Densité microbienne générale* 72
2° *Espèces rencontrées* 73
3° *Facteurs qui influent sur la colimétrie des huîtres* 75

QUATRIÈME PARTIE

APPLICATION A L'HYGIENE OSTREICOLE

1° *Signification hygiénique des bactéries coliformes* 78
2° *Echelle d'appréciation bactériologique* 80
3° *Application de l'échelle d'appréciation bactériologique* 85

RESUME ET CONCLUSIONS 87
BIBLIOGRAPHIE 91
ANNEXE (Tableaux I à XXIV) 98

AVANT-PROPOS

M. le Professeur JACQUET *a bien voulu diriger cette étude sur le comportement des bactéries coliformes dans le milieu marin et dans les huîtres. Nous n'oublierons pas la bienveillance avec laquelle, au cours de ces trois années de recherches, il nous a donné ses directives, prodigué de judicieuses critiques et de précieux conseils, et enfin accepté de présider le Jury d'examen de cette thèse. Qu'il veuille bien agréer l'expression de notre profonde et respectueuse gratitude.*

M. FURNESTIN, *Directeur de l'Institut des Pêches maritimes, nous a incité à entreprendre cette tâche, et son aide, ses conseils et ses encouragements, nous ont permis de la mener à bien. Nous lui dédions cette étude et nous lui demandons de vouloir trouver ici, avec nos sentiments dévoués, l'assurance de notre vive reconnaissance.*

Nous prions M. BOCQUET, *Professeur de Zoologie, et M.* KAUFFMANN, *Maître de Conférences de Microbiologie, qui ont bien voulu accepter de juger ce travail, d'agréer nos respectueux et sincères remerciements.*

Notre gratitude va aussi à M. BOURY, *Inspecteur Général à l'Institut des Pêches maritimes, qui nous a souvent fait bénéficier de son expérience de bactériologiste, ainsi qu'à M. le Docteur* ROGER, *Inspecteur Principal, pour son amicale sollicitude, et l'intérêt témoigné à ce travail.*

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41542709_0020

INTRODUCTION

Bien qu'elle ne revête pas une importance analogue à celle des eaux d'alimentation, l'évaluation de la salubrité des eaux de mer présente cependant un intérêt évident pour la santé publique. En effet, hormis la question de l'hygiène des plages et baignades, la salubrité des eaux marines intéresse principalement les huîtres, moules et autres coquillages, qu'il s'agisse de leur pêche, de leur culture, ou de leur entreposage avant livraison à la consommation.

En 1960, il a été expédié et vendu en France plus de neuf millions de colis d'huîtres, moules et coquillages, représentant un poids d'environ 150 000 tonnes. Ces chiffres montrent l'importance de la conchyliculture dans l'économie française, et soulignent l'intérêt qui s'attache à ce qu'il ne soit livré à la consommation que des produits sains.

En France, les huîtres et coquillages sont soumis à un contrôle exercé par l'Institut scientifique et technique des Pêches maritimes, en liaison avec les services du Ministère de la Santé publique. Ce contrôle s'exerce aux différents stades de la conchyliculture : production, élevage, expéditions à la consommation. Nous reviendrons sur ses modalités d'application. Il nous suffit actuellement de noter que, du point de vue bactériologique, le contrôle repose le plus souvent sur la colimétrie des eaux de mer et des coquillages.

Si de nombreux travaux ont permis une meilleure connaissance de la bactériologie des eaux de mer et des coquillages, des divergences subsistent quant au comportement dans ces milieux des bactéries coliformes et germes voisins, et aux teneurs admissibles d'*Escherichia coli* dans les eaux et les huîtres.

Ces divergences tiennent à diverses raisons : complexité du milieu marin, et plus encore du milieu d'estuaire, études limitées à des points particuliers, sur une courte période ou un trop petit nombre d'examens pour permettre de formuler des conclusions d'ordre général. D'autres travaux enfin, menés en laboratoire - et possédant par ailleurs une incontestable valeur du point de vue de la recherche bactériologique pure - présentent un caractère théorique qu'il est parfois difficile de transposer sur le plan pratique de l'hygiène ostréicole.

C'est qu'en effet, le milieu fluvio-marin est soumis à un grand nombre d'influences, variables d'une région à l'autre, et d'un moment à l'autre : action des vents, des marées, des courants, des crues d'eau douce, de la sédimentation ou de l'agitation des vases superficielles, etc., influences qui modifient le volume et la composition même de la masse d'eau. Même variété en ce qui concerne le substrat : vase, sable, gravier, roches se succèdent et se pénètrent parfois, constituant pour les germes, soit un support inerte, soit au contraire, un abri temporaire où ils végèteront durant un temps plus ou moins long.

Divers travaux, et notamment les thèses de JACQUET (1947) et de FRANCIS-BŒUF (1948) ont mis en lumière la complexité d'un tel milieu. Dans ces conditions, quelle est la destinée des microbes qui s'y trouvent apportés ? Peuvent-ils prospérer, simplement survivre, ou sont-ils appelés à disparaître rapidement. En outre, quelle signification peut-on donner aux bactéries rencontrées, et peut-on en tirer un enseignement applicable à l'hygiène conchylicole ? Enfin, est-il possible de tolérer de faibles teneurs en germes d'origine fécale dans les eaux marines ? Et dans ce cas, à partir de quelle limite, une eau ou un lot de coquillages, doivent-ils être considérés comme impropres à la consommation ?

C'est pour répondre à ces diverses questions que le présent travail a été entrepris. Il lui est assigné trois buts principaux que nous avons cherché à atteindre sur le terrain même :

1° l'étude du comportement des bactéries coliformes dans le milieu fluvio-marin d'estuaire ;
2° l'étude du comportement de ces mêmes bactéries dans les parcs et établissements ostréicoles du littoral ;
3° enfin de tenter, en analysant ces résultats, de définir une échelle d'appréciation bactériologique applicable à l'hygiène conchylicole.

Afin d'échapper, dans la mesure du possible, aux causes d'erreurs que constitue une expérimentation limitée, nous avons fait porter ces recherches sur la rivière d'Auray en son ensemble, pendant une période de deux ans.

En ce qui concerne les établissements ostréicoles, nous avons même débordé ce cadre, en effectuant nos prélèvements en divers points du littoral morbihannais.

Enfin, lorsque cela s'est révélé nécessaire, des expériences complémentaires ont été faites, dans des circonstances différentes.

Ce travail se rapportant essentiellement à l'hygiène ostréicole, nous avons cru utile de le faire précéder d'un exposé succinct sur l'ostréiculture, telle qu'elle se pratique en France.

PREMIERE PARTIE

CHAPITRE I

L'OSTRÉICULTURE EN FRANCE

I. - L'ostréiculture.

L'huître adulte est un animal très prolifique puisqu'on estime qu'elle donne naissance à plus d'un million de larves. Mais sur ce nombre considérable, seules quelques-unes d'entre elles survivent, échappant aux dangers qui les guettent. Au début de leur vie, les larves sont munies d'une couronne ciliaire qui leur permet d'évoluer au sein de l'eau. Cependant, après une courte période de vie pélagique (une douzaine de jours), et son appareil ciliaire devenant insuffisant, la larve doit trouver un support pour se fixer. Pour cette opération, elle sécrète un byssus qui lui permet d'adhérer au support choisi. Ensuite, si les conditions biologiques le permettent, la petite huître, ou « naissain », va croître et à son tour se reproduire.

De la sorte, d'immenses gisements d'huîtres plates s'étaient constitués spontanément au cours des siècles passés, tout au long des côtes de France. Jusqu'au début du XIX^{e} siècle, ils connurent une étonnante prospérité ; mais leur exploitation fut si intense et désordonnée qu'à partir de 1850, ils disparurent progressivement. Diverses mesures furent prises, notamment pour limiter ou interdire la pêche, et pallier, ainsi, l'appauvrissement de ces bancs.

A cette époque, l'industrie huîtrière est encore des plus rudimentaires, et malgré quelques essais antérieurs, ce n'est qu'à partir de 1858 qu'une impulsion vraiment originale lui sera donnée, grâce aux recherches et aux directives du savant naturaliste COSTE : des parcs ostréicoles sont créés, destinés à recevoir les huîtres de pêche, pour parfaire leur élevage et les « affiner ».

A proximité de ces parcs, on plaça des « collecteurs », faits de coquilles, fascines, ou tuiles, afin de recueillir, de « capter », les larves émises et éviter leur destruction, faute d'un support approprié. C'est ainsi qu'à la notion de pêche, se substitua peu à peu celle de culture, donnant naissance à l'ostréiculture.

Quelques années plus tard (1868), une cargaison de gryphées importée du Portugal et jugée avariée, fut jetée dans l'estuaire de la Gironde. Beaucoup d'huîtres survécurent. Ce fut le point de départ d'un gisement d'huîtres portugaises. D'autres se formèrent, remontant vers le nord. Actuellement, on trouve des huîtres portugaises naturelles jusqu'à l'estuaire de la Vilaine (Morbihan).

Par la suite, la protection des bancs naturels d'huîtres, leur reconstitution, l'amélioration des techniques de captage et d'élevage, ainsi que l'accroissement parallèle de la consommation ont suscité un développement progressif de l'ostréiculture, qui est actuellement une industrie prospère, employant environ 30 000 personnes.

Au 1er janvier 1949, on comptait :

sur le domaine public maritime : 40 730 parcs à huîtres plates et portugaises couvrant 6 649 hectares, 1 435 parcs à moules et coquillages d'une superficie de 562 hectares, ainsi que 10 024 concessions dites « bouchots à moules » ;

sur des propriétés privées : 3 100 parcs à huîtres couvrant 1 500 hectares.

Depuis, ce développement s'est poursuivi, et en 1962, on compte environ 60 000 concessions ostréicoles d'une superficie de 15 000 hectares, et 14 000 concessions destinées aux moules et aux coquillages.

Enfin, plus de 3 000 établissements (2 300 établissements ostréicoles et 734 établissements à moules et coquillages), assurent l'expédition annuelle à la consommation de près de 150 000 t de coquillages divers, quantité dans laquelle les huîtres entrent pour 100 000 t environ.

Les techniques employées en ostréiculture diffèrent légèrement d'une région à l'autre, selon l'espèce cultivée, les divers modes d'élevage, les traditions régionales, etc. Mais on peut résumer ainsi les principales phases de l'ostréiculture.

1° L'approvisionnement des parcs à huîtres se fait de deux façons :

par la récolte d'huîtres sur les gisements naturels,

par le captage. Celui-ci consiste à placer des collecteurs, généralement des tuiles chaulées et arrimées en « bouquets » (Morbihan) ou en « ruches » (Arcachon), ou encore des fascines (Charente-maritime), en bordure des chenaux et à proximité des parcs d'élevage ou des gisements. Cette opération a lieu fin juin, début juillet pour l'huître plate, et jusqu'au mois d'août, pour l'huître portugaise, périodes auxquelles se produisent les émissions de larves, qui se fixeront sur ces collecteurs.

2° Après une dizaine de mois passés sur leur support, c'est-à-dire au printemps suivant, les jeunes huîtres en sont détachées. En raison de leur fragilité (il y a environ 1 000 naissains par kilo) qui en fait une proie facile pour de multiples prédateurs (étoiles de mer, crabes, poissons...), on les place dans les parcs spéciaux protégés par un entourage en toile métallique.

3° L'année suivante, les huîtres devenues vigoureuses sont resemées sur des parcs d'élevage aménagés et choisis pour leurs qualités favorisant la pousse ou l'engraissement.

4° A l'âge de trois ans, l'huître est consommable ; mais elle passera encore quelques mois sur des parcs « d'affinage », ou dans des « claires » (vastes réservoirs généralement construits sur l'emplacement d'anciens marais salants), où elle acquerra la qualité et le « goût » qui feront sa renommée. En outre, dans certaines régions et notamment à Marennes, elle gagne au cours de ce passage en claire le « verdissement », phénomène dû à la fixation sur ses branchies d'un pigment bleu produit par une diatomée du plancton marin : la navicule bleue (*Navicula ostrearia* Bory).

5° Enfin, dernière opération, les huîtres passent dans un établissement, spécialement aménagé, qui permet d'assurer dans de bonnes conditions d'hygiène les diverses manipulations d'entreposage, triage, dégorgement, emballage et expédition à la consommation.

II. - Le contrôle sanitaire des coquillages.

A la suite d'accidents infectieux graves d'origine ostréaire, une enquête générale fut menée de 1898 à 1900 par le docteur Mosny, à la demande du Ministre de la Marine. Elle permit de constater que si la plupart des parcs se trouvaient en zone salubre, certains étaient, cependant, situés dans des ports ou des estuaires contaminés.

En 1913, quelques commerçants parisiens, comprenant la nécessité d'une surveillance qui assurerait la sécurité du consommateur, organisèrent d'eux-mêmes un contrôle de la salubrité des établissements des principaux centres ostréicoles (La Tremblade-Marennes, Arcachon). Bien que privé et ne s'appliquant qu'aux exploitants de bonne volonté, ce contrôle donna de bons résultats. A peu près au même moment d'ailleurs, divers textes administratifs (décrets des 21-XII-1915 et 28-III-1919) relatifs au régime des concessions, exigèrent une enquête avant l'octroi de toute nouvelle concession. Puis, paraît le décret du 31-VII-1923 qui rend obligatoire le contrôle des huîtres et en confie l'application à l'Office scientifique et technique des Pêches maritimes, établissement d'Etat créé par la loi du 31-XII-1918. L'application de ce texte rend immédiatement de grands services, mais malheureusement, il ne vise que les huîtres, l'expédition des autres coquillages demeurant pratiquement sans surveillance. Cependant, progressivement, la législation sanitaire se renforce grâce à différents textes et règlements protégeant les eaux marines contre les pollutions

(Règlements sanitaires départementaux... décret du 30-X-1935 relatif aux périmètres de protection, etc.) .

Enfin, le 20 août 1939 est promulgué un décret-loi qui reprend et complète celui du 31 juillet 1923 et étend à tous les coquillages, le contrôle sanitaire déjà appliqué aux huîtres. Ce contrôle est assuré « dans l'intérêt de la santé publique, sous l'autorité du Ministre de la Marine Marchande, par l'Office scientifique et technique des Pêches maritimes, en collaboration avec les organismes sanitaires locaux ou régionaux désignés par le Ministre de la Santé publique » (article I).

Le champ d'application de ce texte s'étend de la production à la consommation des huîtres et autres coquillages.

Ces deux décrets permirent la suppression de très nombreux parcs, dépôts ou établissements soumis à contamination, dans les différentes régions ostréicoles françaises. Ils rendirent possible aussi le classement sanitaire des zones littorales. Il en fut de même des gisements où se pratiquait la pêche. Ceux-ci furent divisés en gisements salubres et insalubres, les produits provenant de ces derniers devant faire l'objet d'un reparcage en eaux saines pour épuration.

Les parcs d'élevage, claires d'affinage, bassins d'expédition, etc. ne peuvent être concédés que dans les zones salubres. Seuls peuvent être accordés dans les zones insalubres les parcs dits « de captage », réservés à la pose des collecteurs pour la récolte du naissain d'huîtres : cette récolte n'offre, en effet, aucun risque, le naissain étant inconsommable. Mais, il ne suffit pas que les huîtres soient cultivées dans des régions salubres, il faut encore que leur entreposage et leur expédition se fasse dans de bonnes conditions d'hygiène. C'est le rôle des établissements d'expédition qui doivent répondre, pour être agréés, à diverses conditions techniques et sanitaires. Sur un total d'environ 74 000 parcs, seuls 3 000 établissements sont autorisés à expédier des huîtres ou des coquillages, directement à la consommation. Nous en donnerons une brève description.

Un établissement ostréicole d'expédition comprend :

1° un ou plusieurs bassins-dégorgeoirs entièrement cimentés d'une superficie variable (minimum exigible : environ 100 m^2), situés dans une zone salubre, et alimentés en eau saine ; ces bassins permettent :

le stockage des huîtres dans de bonnes conditions,

leur dégorgement (elles y évacuent la vase intervalvaire apportée du parc),

le « trompage » ; cette opération consiste, par des mises à sec successives, à habituer l'huître à garder ses valves closes, durant un laps de temps prolongé, en vue des expéditions lointaines ;

2° une installation pour le lavage externe des huîtres, petit bassin annexe ou lavage au jet sur une plateforme cimentée ;

3° un vaste magasin d'expédition en maçonnerie, et ses annexes : bureau, resserre à outils, w.-c. isolé.

Avant la réalisation d'un tel établissement, une enquête topographique et bactériologique est faite : si elle est satisfaisante et que l'établissement projeté réponde aux conditions techniques de construction, son exploitant recevra un « certificat de salubrité ». Cette pièce officielle lui permettra d'obtenir ensuite, des étiquettes sanitaires. En effet, aucun colis d'huîtres ou coquillages ne peut être expédié, transporté ou mis en vente s'il n'est muni d'une étiquette de salubrité portant le numéro sanitaire de l'établissement expéditeur, et la date d'expédition. Par la suite, l'établissement reste soumis au contrôle des agents de l'Institut scientifique et technique des Pêches maritimes. Il s'agit de visites fréquentes, d'une surveillance de l'hygiène des installations et des abords, de prélèvements d'eau et d'huîtres pour analyses chimique et bactériologique. En cas d'insalubrité ou d'inobservation des règlements généraux d'hygiène, le certificat de salubrité peut être immédiatement suspendu, ou retiré.

A ces établissements qui assurent l'expédition des huîtres à la consommation, il convient d'ajouter les établissements dits « d'épuration ». Ceux-ci, encore rares en France, sont spécialement aménagés pour l'épuration des produits d'origine insalubre : huîtres ou coquillages sont traités dans une eau de mer stérilisée par addition de chlore (à raison de 3 mg de chlore actif par litre) puis déchlorée, à l'aide d'une solution d'hyposulfite de soude.

En pratique courante, l'évaluation de la salubrité des eaux de mer et des coquillages est assurée:

a) par la recherche et le dénombrement d'*Escherichia coli,* pris comme test bactériologique de contamination ;

b) par la mesure de la salinité, qui permet d'estimer les apports éventuels d'eaux douces.

Lorsque cela est nécessaire, d'autres critères chimiques ou bactériologiques sont recherchés. Pour assurer ces analyses, les inspecteurs de l'Institut des Pêches maritimes disposent de laboratoires régionaux spécialisés.

A ce contrôle essentiel s'exerçant sur les lieux de production et d'expédition, fait suite le contrôle de l'application des règles d'hygiène au cours du transport et de la vente des coquillages. Celui-ci est plus spécialement exercé par les organismes d'hygiène et de contrôle habituels : inspecteurs d'hygiène, Service vétérinaire, Répression des fraudes, etc.

CHAPITRE II

DEFINITION ET CLASSIFICATION DES COLIFORMES

I. - Historique.

Les coliformes ont toujours constitué un groupe de bactéries soumis à une taxonomie instable. Cette instabilité est due, en partie, à la variabilité des caractères biochimiques des germes qui y ont été inclus. Il faut tenir compte aussi de la découverte de nouvelles espèces qui ont obligé à réviser les notions anciennes et à réaliser, soit des démembrements, soit des regroupements.

Depuis l'isolement par ESCHERICH en 1881, du germe-type « *Escherichia coli* », de nombreux travaux de bactériologie et d'hygiène leur furent consacrés. Tel qu'il fut défini à l'origine, le colibacille répondait aux caractères généraux suivants : bâtonnet de 2 à 3 µ de longueur sur 0,5 µ de largeur, mais assez polymorphe, généralement mobile, ne prenant pas le Gram, et se colorant par les couleurs d'aniline. Ce microbe végète bien en aérobiose, mais aussi en anaérobiose, les limites thermiques de sa croissance allant de 10° à 46° (1) (optimum 37°). Il coagule le lait avec, généralement, dislocation du caillot par les gaz, réduit le rouge neutre, attaque de nombreux sucres avec production généralement abondante de gaz, et donne de l'indole en eau peptonée.

Toutefois, beaucoup d'autres organismes présentaient des propriétés voisines, sinon analogues. Dès 1889, certains auteurs (notamment ROUX et RODET) pensent qu'il s'agit d'un ensemble de germes, et non d'un germe unique. En 1893, des formes « atypiques » de colibacilles sont effectivement mises en évidence. GILBERT et LION en décrivent cinq espèces, sous le nom de « paracolibacilles », qu'ils différencient principalement par leur absence de mobilité, leur incapacité à attaquer le lactose, et à donner de l'indole.

MACE (1912), considère le colibacille comme « un centre d'où partent dans toutes les directions « des types plus ou moins aberrants qu'une étude isolée peut amener à considérer comme des espèces « distinctes, mais qui peuvent également être ramenées à leur centre d'origine par une étude compa- « rative sérieuse, constituant ainsi un groupe qui paraît assez naturel. Dans ce groupe, on doit « surtout comprendre : le *Bacillus enteritidis,* les bacilles paratyphiques A et B, le bacille typhique, « le bacille de la psittacose, le bacille *typhi murium,* le bacille du hog-choléra, le bacille de la diarrhée « verte, le bacille de la dysenterie, le *Bacillus faecalis alcaligenes,* le bacille de la septicémie des « veaux, le *Bacillus lactis aerogenes,* le bacille de Friedlander, et divers autres bacilles capsulés. « Il est encore difficile de préciser les rapports de ces types avec le centre, et de dire s'ils en sortent « réellement ou ne représentent que des types voisins avec caractères spécifiques différentiels ».

(1) Dans la présente étude, toutes les températures sont indiquées en degrés centigrades.

Comme on le voit, cette première classification comprenait un certain nombre d'espèces qui furent par la suite, groupées dans des tribus et des genres bien différents. Il y est même fait mention d'affections que l'on a reconnu depuis, comme produites par des ultravirus.

Pour les germes du groupe colibacille, de multiples difficultés surgirent, dues au polymorphisme et surtout aux propriétés biochimiques voisines des représentants de ce groupe, ainsi qu'à nombre de réactions aberrantes : colibacilles immobiles, souches se révélant incapables d'attaquer le lactose, souches non indologènes, etc. Inversement, de nombreux organismes dits « coliformes » présentent des caractéristiques comparables : ils réduisent le rouge neutre et les nitrates, fermentent le lactose et donnent parfois de l'indole. (Certaines souches d'*Aerobacter*, isolées des selles, sont, d'après Buttiaux, aussi indologènes qu'*Escherichia coli.*)

L'existence de ces microbes à propriétés voisines ou inconstantes, leur groupement, faute de mieux, sous le terme inexact mais commode et souvent utilisé de « colibacille » expliquent la confusion et les difficultés rencontrées, pour un classement plus précis.

Néanmoins, dans les années qui suivirent la première guerre mondiale, les multiples études consacrées aux bacilles intestinaux, une meilleure connaissance de la biologie de ces germes, et surtout la mise au point de milieux différentiels d'identification, permirent une classification plus précise. Groupés et désignés en 1937 par Bread et Norton sous le terme de « Coliformes », ils prirent place dans la famille des Entérobactériacées, dont ils constituèrent la première tribu, les autres étant celles des : *Erwinae*, des *Serratae*, des *Proteae* et des *Salmonellae* (Bergey, 1948).

On retrouve pour leur identification, la plupart des caractères de base déjà décrits pour le colibacille ; tous sont « Gram négatifs », aérobies-anaérobies facultatifs, peu mobiles ou immobiles, non capsulés (sauf *Klebsiella*). Le rouge neutre et les nitrates sont réduits. Les sucres sont attaqués avec production variable et plus ou moins abondante de gaz. Cette dernière propriété fut largement mise à contribution. En particulier, une importance considérable fut donnée au lactose, dont l'attaque permit de distinguer les coliformes au sens large du terme, en :

lactose positif (lactose rapidement attaqué, avec production de gaz), et comprenant les genres : *Escherichia* et *Aerobacter* ;

lactose lent, comprenant le groupe des paracolibacilles. Les autres entérobactéries sont toutes « lactose-négatif ».

En fait, la notion de coliformes reste liée aux besoins pratiques de la bactériologie alimentaire, si bien que dans ce but, et en accord avec la définition de Bread et Norton, on n'y conserve que des bactéries aérobies ou anaérobies facultatives, Gram négatives, non capsulées, et capables de fermenter le lactose avec production de gaz en 48 h. En outre, la recherche des réactions biochimiques de production de l'indole et de l'acétyl-méthyl-carbinol, du virage du rouge de méthyle, et de l'utilisation du citrate de soude comme seule source de carbone, réunies et proposées par Parr, sous le sigle « I.M.V.IC. », autorisèrent une différenciation complémentaire des espèces et variétés de coliformes rencontrées.

Brisou, dans sa monographie sur les « Entérobactéries pathogènes » (1946) définit dix types de bactéries coliformes, en se fondant sur les tests I.M.V.IC. Nous extrayons de son ouvrage le tableau 1 .

I	M	V	IC	Espèces	Habitat
+	+	0	0	*Escherichia coli.*	Type courant constituant 50 p. 100 de la flore intestinale.
0	+	0	+	*Escherichia intermediate.*	
+	+	0	+	Forme atypique.	Fréquent dans le sol et les eaux d'égouts.
0	+	0	+	Voisin d'*Aerobacter cloacae.*	Idem.
+	+	+	+	Forme mixte.	Sol et eaux d'égouts.
+	0	0	+	Idem.	Idem.
+	0	+	+	*Aerobacter cloacae.*	Selles. Eaux d'égouts.
0	+	+	+	*Aerobacter aerogenes.*	Fréquent dans le sol et les eaux d'égouts.
0	0	+	+	*Aerobacter aerogenes* atypique.	50 p. 100 de la flore des eaux d'égouts.
0	+	0	+	Forme rare d'*Acrobacter aerogenes.*	

Tabl. 1. — *Diagnostic basé sur le test* « IMVIC ». (Extrait de « Entérobactéries pathogènes » par J. Brisou, 1946).

Indépendamment de la difficulté d'un diagnostic précis, la signification de ces microbes pose à l'hygiéniste un embarrassant problème, selon qu'ils sont présumés d'origine fécale ou au contraire tellurique, soit enfin qu'ils proviennent des eaux d'égouts.

Beaucoup d'entre eux, et notamment *Aerobacter*, fréquemment rencontré, furent considérés, tout d'abord, comme des saprophytes sans importance pathogène, ni signification hygiénique, tandis que seul, le colibacille-type était jugé comme étant d'origine fécale indiscutée (WINSLOW, 1916). Par la suite, l'opinion prévalut qu'il convenait d'accorder aux autres espèces autant d'importance qu'à *Escherichia coli*. BRISOU et MAGROU (1947) prouvèrent la présence dans des selles de convalescents atteints d'affections urinaires, entéritiques, dysentériques ou typho-paratyphoïdiques, des divers représentants du groupe des coliformes. Pour 63 germes isolés par ces auteurs, la répartition était la suivante :

Escherichia coli	env. 58,8 p. 100
Aerobacter aerogenes	env. 33,3 p. 100
Aerobacter cloacae	env. 3,17 p. 100
Intermediate	env. 3,17 p. 100
Klebsiella pneumoniae	env. 1,5 p. 100

Ces auteurs estiment que les tests IMVIC ne permettent pas de différencier un germe saprophyte d'un germe d'origine fécale. Ils approuvent l'opinion de TANNER (1944) qui écrit : « Tant que « l'on n'aura pas trouvé de test précis permettant de différencier la provenance fécale ou non d'un « coliforme, on ne pourra porter sur ce sujet, aucune opinion définitive ».

Plus récemment, BRISOU pense dans son étude sur « Les coliformes et les groupes voisins » (1950) qu'on peut « sans peine étudier les deux genres *Escherichia* et *Aerobacter* dans un même « paragraphe. Leur pouvoir pathogène est identique ; il en va de même de leur signification épidé- « miologique. Il n'est pas interdit enfin, de considérer les deux genres actuels comme deux variétés « d'un même genre. »

Cependant, aux quatre tests fondamentaux rassemblés sous les initiales I.M.V.IC., s'ajoutèrent de multiples autres épreuves, résultat des études entreprises par de nombreux auteurs (CLARK et LUBS, MAC CONKEY, ROGERS, EIJKMAN, CHRISTENSEN, KAUFFMANN, FERGUSSON et HOOK, etc.). Les plus fréquemment utilisées de ces épreuves intéressent : la production de gaz en milieu lactosé bilié incubé à 44°, la production d'hydrogène sulfuré, l'hydrolyse de l'urée, le pouvoir gélatinolytique, etc. C'est ainsi que les types indiqués dans le tableau 2, furent définis en utilisant, outre les tests IMVIC, le pouvoir gazogène en milieu de MAC CONKEY incubé à 44°, et le pouvoir gélatinolytique.

Dans la pratique toutefois, l'existence des formes dites « irrégulières », « mixtes » ou « atypiques », ne facilitait pas un diagnostic précis, la même imprécision se retrouvant particulièrement dans l'interprétation hygiénique. Il devint évident qu'un regroupement des bactéries proches et possédant une signification hygiénique comparable était souhaitable. Mais la tâche se compliquait par la difficulté d'un classement des espèces dans une systématique en continuelle évolution, conçue de façon différente, et constamment modifiée par les auteurs.

Diverses classifications se partagent la faveur des bactériologistes. Ce sont :

la classification de BERGEY (1924, 1948, 1957 ;
la classification de TOPLEY et WILSON (1955) ;
la classification de PRÉVOT (1948, 1952, 1957, 1961).

Des modifications à ces classifications furent proposées, notamment par KAUFFMANN, qui préconisait le regroupement des genres *Aerobacter* et *Klebsiella*, ainsi que l'inclusion des *Paracolobactrum* dans le genre *Hafnia*, celle des « *Ballerup-Bethesda* » dans le genre *Citrobacter*, enfin celle des *Paracoli* anaérogènes dans le groupe *Providencia*, de la tribu des *Proteae*.

Ces modifications et quelques autres ont été adoptées dans une nouvelle classification, dont nous examinerons les principaux aspects, dans la deuxième partie de ce chapitre.

Nous sommes donc en présence de deux systèmes, chacun d'eux se trouvant justifié par des méthodes de groupement particulières, basées sur des réactions biochimiques ou des propriétés antigéniques, les résultats des unes et des autres n'allant pas toujours de pair.

Noms des espèces	Rouge de méthyle	Vosges Pros-Kauer	Citrate de soude	Indole	Gaz dans bouillon McConkey à 44° C	Liquéfaction gélatine en 7 jours	Habitat Probable
Bact. (*Escherichia*) *coli* type I, fécal	+	—	—	+	+	—	Intestin de l'homme et des animaux
Bact. (*Escherichia*) *coli* type II	+	—	—	—	—	—	Douteux. Probablement pas intestinal primitivement
Intermédiaire type I	+	—	+	—	—	—	Surtout du sol
Intermédiaire type II	+	—	+	+	—	—	Surtout du sol
Bact. (*Aerobacter*) *aerogenes* type I	—	+	+	—	—	—	Surtout de la végétation
Bact. (*Aerobacter*) *aerogenes* type II	—	+	+	+	—	—	Surtout de la végétation
Bact. (*B*) *Cloacae*	—	+	+	—	—	+	Surtout de la végétation
Irrégulier, type I	+	—	—	+	—	—	Intestin de l'homme et des animaux
Irrégulier, type II	+	—	—	—	+	—	Douteux
Irrégulier, autres types ..	+	—	—	—	+	—	Douteux

Tabl. 2. — *Caractères des coliformes.* (Extrait du « Manuel technique de microbiologie et sérologie » par Calmette, Boquet, Nègre et Bretey, 1948).

En ce qui nous concerne, nos études ont été fondées sur la classification française de Prévot qui est identique à celle qui figure dans l'ouvrage de Bergey (édition 1957), en ce qui concerne la tribu des *Escherichiae*.

1° Les *bactéries coliformes* proprement dites, c'est-à-dire « lactose positives », sont constituées par les deux genres : *Escherichia* et *Aerobacter*, et comprennent les espèces suivantes :

Escherichia coli .....
Escherichia intermedium ..... } genre *Escherichia*.
Escherichia freundii .....

Aerobacter aerogenes .....
Aerobacter cloacae ..... } genre *Aerobacter*.

Par rapport aux nombreux types de germes définis jusqu'alors, on constate donc le regroupement de certains d'entre eux, dits « intermédiaires » ou « mixtes » et qui constituaient des formes rares. Les *Escherichia* intermédiaires subsistent sous le vocable « *Escherichia intermedium* », avec une variété « *Escherichia freundii* ». Ces deux bacilles ont des réactions fermentaires analogues et des tests IMVIC semblables. Mais, contrairement à *Escherichia intermedium*, la variété *freundii* produit de l'hydrogène sulfuré.

Le groupe des *Aerobacter* comprend deux variétés ayant les mêmes propriétés fermentaires et biochimiques, la seconde se distinguant de la première par son pouvoir gélatinolytique.

2° A côté de ces deux genres de coliformes vrais, prennent place les *Paracolibacilles* dont les réactions biochimiques sont analogues ou très voisines, mais dont l'action sur le lactose est faible, lente ou parfois nulle. Bien que leur structure antigénique les rende proches parfois des membres des autres tribus (*Salmonella, Shigella*), ils constituèrent un troisième genre de coliformes dans lequel furent inclus, le plus souvent en position d'attente, des microbes pour lesquels un classement plus précis s'avérait malaisé.

Malgré l'hétérogénéité de ce genre, deux groupes purent être différenciés : les *Paracoli* aérogènes fermentant rapidement le glucose et appelés *Paracolobactrum*, et les *Paracoli* anaérogènes, dont l'action sur le glucose est faible et lente.

En 1944, Borman, Stuart et Weehler proposèrent une classification comparable à celle des *Escherichia* et des *Aerobacter*, basée sur la production d'acétyl-méthyl-carbinol et l'utilisation du citrate de soude comme seule source de carbone ; Buttiaux (1948), complète cette définition par la recherche de l'indole. On aboutit ainsi à une classification basée sur les tests IMVIC, et pratiquement parallèle à celle des coliformes « lactose positifs » et comprenant les genres :

Paracoli coliforme correspondant à *Escherichia coli*,
Paracoli intermedium correspondant à *Escherichia intermedium*,
Paracoli ballerup-bethesda correspondant à *Escherichia freundii*,
Paracoli aerogenoides correspondant à *Aerobacter*,

Les *Paracoli* anaérogènes comptent les germes suivants :

Paracoli anaerogene coliforme,
Paracoli anaerogene 29 911,
Paracoli B 5 W, que certains auteurs classent dans la famille des entérobactéries, alors que d'autres le considèrent comme une *Moraxella*.

	Escherichia			*Aerobacter*		*Paracolobactrum*					*Paracoli anaerogenes*		
	coli	*intermedium*	*freundii*	*aerogenes*	*cloacae*	*coliforme*	*intermedium*	*aerogenoides*	*arizona diphasiques*	*ballerup-bethesda*	29911	*coliforme*	B5 W
Lactose	+ G	+ G	+ G	+ G	+ G	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	—	+ fl	—
Lactose 10 p. 100	+ G	+ G	+ G	+ G	+ G	+ 20°	+ 20°	+	+	+	—	+ 1	+
Glucose	+ G	+ G	+ G	+ G	+ G	+ G	+ G	+ G	+ G	+ G	+ Gf	+ Gf	+
Saccharose	∓ G	∓ G	∓ G	∓ G	∓ G	∓	∓	∓	—	±	±	±	—
Mannitol	+ G	+ G	+ G	+ G	+ G	+ G	+ G	+ G	+ G	+ G	—	+	—
Dulcitol	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—
Adonitol	—	—	—	+	+	∓	+	∓	—	—	—	—	—
Indole	+	—	—	—	—	+	—	—	—	—	+	+	—
R.M.	+	+	+	—	—	+	+	—	+	+	+	+	+
V.P.	—	—	—	+	+	—	—	+	—	—	—	—	—
Citrate (Simmons)	—	+	+	+	+	—	+	+	—	+	+	±	+
H_2S	—	—	+	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—
Urée (Christensen)	—	—	—	+	+	—	∓	+	∓	±	—	—	—
Gélatine	—	—	—	—	+	—	—	—	+ 1	—	—	—	—
Nitrates	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—
KCN	—	±	±	+	+	—	∓	+	—	+	+	+	
d-tartrate	—	—	—	+	+	+	—	+	—	+	+	+	

Tabl. 3. — *Principaux caractères différentiels des bactéries coliformes (anciennes appellations)* ; G : présence de gaz, f : réaction faible, l : réaction lente.

Lorsque nous avons entrepris cette étude, et malgré certaines imperfections relatives notamment au regroupement souhaitable *Aerobacter/Klebsiella*, ainsi qu'à la situation toujours remise en question

des paracolibacilles, cette classification avait acquis une certaine stabilité. C'est ainsi que les textes officiels du ministère de la Santé, relatifs aux méthodes d'analyse bactériologique applicables aux eaux d'alimentation, et notamment la circulaire du 21-I-1960, retiennent ces trois groupes de germes, et précisent ce qu'il convient d'entendre par bactéries coliformes :

« Devant les modifications apportées sans cesse à la taxonomie des *entérobacteriaceae,* il est « nécessaire de préciser ce que l'on entend par coliformes, en tenant compte d'une de leurs propriétés « biochimiques importante mais non caractéristique : la fermentation du lactose. On admettra que « la colimétrie d'une eau tend à déceler et dénombrer l'*Escherichia coli,* les *Escherichia intermedium* « et *freundii,* les *Klebsiella aerogenes* et les *Cloaca.* Les bacilles *Paracoli* fermentent trop tardivement « le lactose pour être décelés par les méthodes fondées sur cette réaction. Bien que ces bactéries « aient une signification hygiénique voisine de celle des *Escherichia* et des *Klebsiella,* leur étude ne « peut pas être imposée dans la pratique courante. »

En ce qui concerne les Paracolibacilles, nous sommes de l'avis de Buttiaux qui estime que leur recherche ne doit pas être négligée en hydrobiologie. Nous avions pu personnellement constater, au cours d'études antérieures, leur présence dans les eaux marines d'estuaire ainsi que dans les huîtres. Il nous a donc paru intéressant de ne pas borner cette étude aux seuls coliformes vrais, mais de l'étendre aux paracolibacilles.

Le tableau 3 indique les espèces recherchées, ainsi que les principaux caractères différentiels qui nous permirent de les distinguer.

II. - Modifications récentes.

Au cours des trois années que dura ce travail, certaines modifications furent apportées aux classifications antérieures. Elles sont importantes, tant par la nouveauté des procédés d'investigation mis en œuvre, que par les changements qu'elles apportent à la systématique des entérobactéries. Il nous a donc paru nécessaire de clore ce chapitre en examinant les principaux aspects de la nouvelle classification. Ces perpétuels remaniements et changements de noms rendent difficile - d'une manière artificielle d'ailleurs - la compréhension de la famille des *Enterobacteriaceae.* N'a-t-on pas, tout récemment, proposé d'appeler *Enterobacter,* les *Aerobacter* déjà regroupés sous le noms de *Cloaca* ?

Nous avons déjà indiqué plus haut les modifications préconisées par Kauffmann et relatives au regroupement des *Aerobacter* et des *Klebsiella,* ainsi qu'à celui des paracolibacilles.

Dans son ouvrage « Bactériologie médicale » (édition 1958) Dumas adopte l'ordre suivant pour les entérobactéries :

1° tribu : les *Escherichiae,*

2° tribu : les *Proteae,*

3° tribu : les *Salmonellae.*

La tribu des *Escherichiae* se subdivise en genres :

Escherichia, dont l'espèce-type est *Escherichia coli,* et qui comprend en outre, *Escherichia intermedium* et *Escherichia freundii.*

Aerobacter, comprenant : *Aerobacter aerogenes* et *Aerobacter cloacae.*

Enfin, les bacilles *Paracoli.* A leur propos, Dumas écrit : « Par leurs réactions biochimiques « et antigéniques, les *Paracoli* sont des microbes intermédiaires entre les *Escherichia,* les *Salmonella,* « les *Shigella* et les *Proteae* ». Il retient deux groupes : les *Paracoli* aérogènes ou *Paracolobactrum* et les *Paracoli* anaérogènes, selon qu'ils attaquent le glucose avec ou sans gaz.

C'est sur cette base que nous avons entrepris notre étude.

Dans la mise à jour parue en 1959 du même traité, Dumas mentionne la classification proposée par Moller (1954), fondée sur la réaction des entérobactéries au test de Braun (milieu au cyanure de potassium) et sur la recherche de la décarboxylase de l'acide glutamique. Les entérobactéries sont divisées en quatre tribus.

1° Tribu des *Escherichieae* comprenant les genres :

Escherichia : avec une seule espèce : *Escherichia coli.*
Shigella, classé auparavant dans les *Salmonellae.*

2° Tribu des *Klebsielleae,* comprenant les genres :

Citrobacter, formé de la réunion d'*Escherichia freundii* et des paracolibacilles *Ballerup* et *Bethesda.*
Klebsiella, avec : *Klebsiella pneumoniae,*
Klebsiella rhinoscleromatis,
Klebsiella azonae.
Cloaca, groupant : *Aerobacter aerogenes* et *Aerobacter cloacae.*
Hafnia, formé par les anciens *Paracolobactrum.*
Serratia (sans changement).

3° Tribu des *Proteae,* comprenant le genre *Proteus,* avec les espèces : *Proteus vulgaris, Proteus morganii* (*Morganella*) et *Proteus rettgeri* (*Rettgerella*), sans changement. A noter l'inclusion du genre *Providencia,* formé d'anciens paracolibacilles anaérogènes.

4° Tribu des *Salmonellae,* réunissant les genres : *Salmonella* (avec le sous-genre *Eberthella*), *Arizona* (classé auparavant par certains auteurs dans les paracolibacilles) et *Alcaligenes.* A noter l'exclusion du genre *Shigella,* transporté dans la tribu des *Escherichiae.*

On observe donc la réunion, dans la tribu des *Klebsielleae,* de genres dont certains constituaient auparavant des tribus distinctes (*Serratia*). Les *Shigella* qui étaient classées dans les *Salmonellae* constituent, actuellement, un des deux genres des *Escherichiae.* D'une manière générale, on constate une simplification de la systématique, consécutive notamment au regroupement des germes dits « intermédiaires » et des paracolibacilles. Ceux-ci se trouvent inclus dans les tribus des :

Klebsielleae (genre *Hafnia,* correspondant aux anciens paracoli aérogènes) ;

Proteae (genre *Providencia,* groupant les anciens paracoli anaérogènes coliformes et 29 911 STUART) ;

Salmonellae, avec le genre *Arizona.*

Dans son ouvrage « Le diagnostic de laboratoire des entérobactéries », LE MINOR (1959) indique que « la division en groupes est souvent difficile en raison de l'existence de types intermédiaires. « Cependant, dans la famille des entérobactéries, il existe des groupements de bactéries, ayant des « caractères biochimiques homogènes, et qui constituent les groupes biochimiques. Ils possèdent, en « outre, des rapports sérologiques étroits. Ces groupes sont les suivants : *Salmonella, Arizona, Citro-* « *bacter, Shigella, Escherichia, Klebsiella, Cloaca, Hafnia, Serratia, Proteus, Providencia.* A leur « tour, les principaux groupes biochimiques sont divisés en sous-groupes suivant, soit leurs caractères « sérologiques, soit certains caractères biochimiques, soit les deux simultanément ».

En outre, « la plupart des entérobactéries appartiennent à l'un ou l'autre de ces groupes. On « peut cependant rencontrer des souches d'entérobactéries ayant des caractères intermédiaires, ce qui « rend leur classification difficile ».

Ces modifications furent adoptées lors du Congrès international de microbiologie de Stockholm en 1958 ; nous en résumerons brièvement les principaux aspects, spécialement en ce qui regarde les espèces, objets de notre étude.

L'une des premières constatations, est la moindre importance accordée au lactose dans le diagnostic biochimique. Ce caractère, autrefois déterminant et à la base même de la notion pratique des « coliformes », devient secondaire. LE MINOR (1959) souligne à ce propos : « Le dogme du lactose » « qui était considéré comme un caractère de valeur absolue dans le diagnostic différentiel des Entéro- « bactéries, est donc moins fermement admis que jadis : le diagnostic différentiel dans les entéro- « bactéries ne se fait pas sur un caractère, mais sur un ensemble de caractères (indole, citrate, rouge de « méthyle, etc.). »

D'autre part, et en plus de la détermination des subdivisions de groupes en sérotypes à l'aide de leurs caractéristiques antigéniques, des techniques nouvelles de diagnostic biochimique ont permis avec plus de précision que naguère la différenciation des genres. C'est ainsi que la recherche des

décarboxylases d'amino-acides (acide glutamique, lysine, arginine, ornithine), permettent une classification améliorée.

En ce qui concerne la nomenclature proprement dite, et par rapport à l'hygiène, il n'est pas douteux que le regroupement de certains coliformes était souhaitable et se trouve justifié, tant par leurs affinités antigéniques ou biochimiques que par les conclusions comparables qu'ils permettent de donner sur le plan pratique de l'hydrobiologie. C'est ainsi que les anciens *Escherichia freundii* et les *Paracoli ballerup* et *bethesda* forment actuellement le groupe *Citrobacter,* et ont une signification sanitaire analogue. Il en va de même de divers paracoli groupés sous le vocable *Hafnia.* Par contre, la situation de certains germes, tel *Escherichia intermedium* nous semble mal définie. En effet, du point de vue biochimique, cette espèce ne peut être assimilée à *Escherichia coli* (elle est indole négatif et citrate positif), ni à *Citrobacter* (elle ne produit pas d'hydrogène sulfuré). Enfin, du point de vue de l'hygiène, et ainsi que nos analyses l'établiront, elle n'a pas du tout la même signification de contamination fécale précise qu'*Escherichia coli* ou *Citrobacter.* En fait, et bien qu'on la trouve souvent associée à ces espèces, sa présence paraît beaucoup plus anodine. Il semble donc excessif de les confondre.

Ajoutons, enfin, que Buttiaux, Ali Zaman et Catsaras (1962) viennent de souligner l'importance primordiale du seul *Escherichia coli* parmi les coliformes comme témoin de contaminations fécales, revenant ainsi à l'opinion des premiers bactériologistes alimentaires.

Pour l'ancien groupe des paracolibacilles (*Hafnia,* dans la nouvelle nomenclature), les tests IMVIC sont les suivants : indole négatif, Rouge de méthyle positif à 37° et négatif à 22°, réaction de Vosges-Proskauer irrégulière à 37° et positive à 22°. Or, l'ancien *Paracolobactrum* dit « coliforme », avait un ensemble de tests IMVIC, identique à celui d'*Escherichia coli,* c'est-à-dire : + + — —, et seule son action sur le lactose, faible ou lente, le différenciait de ce dernier. Actuellement, et en raison de ses propriétés antigéniques analogues, il est effectivement considéré comme un *Escherichia coli.* Ainsi que nous le montrons dans notre étude, cette fusion est acceptable du point de vue de l'hygiène : ces deux germes sont incontestablement l'indice d'une contamination fécale. Néanmoins, afin de les différencier, nous les avons dénombrés séparément.

Nous avons pu, enfin, apprécier la valeur et l'intérêt des procédés modernes d'identification lorsqu'il s'agit de parfaire un diagnostic, ou bien lorsque, s'ajoutant aux propriétés sérologiques des microbes étudiés, ils permettent leur classement. Mais leur usage relativement complexe est difficilement applicable en pratique courante. C'est pourquoi les procédés de diagnostic traditionnels sont encore souvent employés, bien qu'ils utilisent, soit l'action sur le lactose avec différenciation ultérieure sur milieu au double sucre « glucose-lactose » et application des tests IMVIC, soit les milieux dits « sélectifs » tel le milieu de Vincent (production d'indole en milieu peptoné phéniqué, incubé à 42°), soit le milieu au lactose-bile-vert brillant (Mac Conkey) incubé à 37° avec application ultérieure du test d'Eijkman ou du test de Mackenzie. Nous décrirons plus complètement dans le chapitre suivant ces procédés d'investigation éprouvés, que nous avons utilisés dans notre travail, et qui nous ont donné toute satisfaction.

On voit donc que, pour les taxonomistes, les bactéries coliformes ne forment plus un groupe homogène et se trouvent dispersées. Il est évident que ces modifications, intervenant dans le cours de notre étude, y apportèrent une certaine perturbation. Néanmoins, afin de conserver à ce travail, l'unité que lui conférait primitivement la recherche des bacilles coliformes, tels qu'ils sont définis dans la première partie de ce chapitre, nous avons estimé préférable de le continuer en suivant le protocole établi au début.

Mais, afin de nous conformer à la nouvelle nomenclature, qui a de plus en plus droit de cité, le reclassement des organismes identifiés a été fait selon leur dénomination récente. Deux seules exceptions seront maintenues, la première d'une façon ferme, la deuxième d'une façon, peut-on dire, facultative :

celle des *Escherichia intermedium* qu'il nous a paru indispensable de séparer des *Escherichia coli* et des *Citrobacter,*

celle des *Paracoli coliforme,* que nous avons dénombré séparément, mais qu'il est évidemment facile d'ajouter aux *Escherichia coli.*

Les « coliformes vrais » et les paracolibacilles, qui continueront d'être désignés dans leur ensemble sous le terme générique de « coliformes », seront donc les suivants :

Escherichia coli et *Paracoli coliforme,*
Escherichia intermedium,
Citrobacter,
Cloaca,
Hafnia.

Cependant, dans son Traité de Systématique bactérienne, paru fin 1961, PRÉVOT divise la famille des *Enterobacteriaceae* en trois tribus : celle des *Escherichiae,* celle des *Proteae,* et celle des *Salmonellae.*

Les *Escherichiae* sont des entérobactéries, mobiles ou non n'attaquant pas la gélatine (sauf quelques rares espèces qui l'attaquent lentement). Il en existe trois genres et deux sous-genres.

Le genre 1 est le genre *Escherichia* avec les espèces : *Escherichia coli, Escherichia freundii* et *Escherichia intermedia.*

Le genre 2 est réservé aux *Aerobacter* avec les espèces : *Aerobacter aerogenes* et *Aerobacter cloacae.*

Le genre 3 contient les *Klebsiella,* avec les espèces : *Klebsiella pneumoniae, Klebsiella ozenae, Klebsiella rhinoscleromatis.*

Deux sous-genres dépendent du genre *Escherichia.* Il s'agit du sous-genre *Shigella,* avec les espèces : *Shigella dysenteriae, Shigella ambigua, Shigella flexneri, Shigella boydii* et *Shigella sonnei.*

Le deuxième sous-genre est réservé aux *Paracolobactrum,* avec les espèces : *Paracoli aerogenoïdes* et *Paracoli intermedium.*

Les représentants des deux autres tribus de la famille, les *Proteae* et les *Salmonellae,* n'intéressant pas directement l'objet de notre travail, n'ont pas été reproduits ici.

Comme on le voit, PREVOT ne suit pas la plupart des modifications proposées par KAUFFMANN et maintient les définitions d'espèces, telles qu'elles ont été précisées antérieurement et, à très peu de chose près, telles que nous les avons nous-mêmes utilisées au début de nos recherches.

Bien que celles-ci aient porté exclusivement sur les groupes dénommés plus haut, d'autres entérobactéries, ou même des espèces d'autres familles microbiennes ont été rencontrées à plusieurs reprises. Elles ont été notées lorsque les circonstances de l'analyse permirent d'effectuer un diagnostic certain. Mais il est évident que leur absence ne saurait signifier pour autant qu'elles étaient effectivement absentes du milieu analysé.

En ce qui concerne les salmonelles, et en raison de l'intérêt qu'eut présenté l'isolement de ces entérobactéries, nous avons effectué spécialement à différentes reprises, des subcultures à partir de colonies isolées des milieux sélectifs (gélose SS Agar ou gélose au désoxycholate-citrate-lactose), et dont l'aspect ou les premières réactions sur milieux différentiels pouvaient laisser croire qu'il s'agissait d'une salmonelle. Mais il ne nous fut jamais possible au cours de ces recherches, d'en isoler une seule.

Enfin, la mise en évidence et le dénombrement des streptocoques fécaux, dont on connaît l'importance comme test de contamination fécale et la relative résistance, ont été effectués au cours de huit des seize séries de prélèvements en rivière, et dans tous les prélèvements provenant des parcs ou des établissements du littoral.

CHAPITRE III

METHODES D'ANALYSES

I. - *Méthodes générales de colimétrie.*

Effectuer la colimétrie d'une eau consiste à rechercher et à dénombrer les germes des genres *Escherichia* : *Escherichia coli* et *Escherichia intermedium*, ceux des groupes *Citrobacter* et *Hafnia*, et enfin ceux du groupe *Cloaca* : *Aerobacter aerogenes* et *Aerobacter cloacae*.

Pour ce faire, de nombreuses méthodes ont été proposées et utilisées. Les unes assurent la recherche de la totalité de ces microbes et leur identification ultérieure, les autres la numération du seul *Escherichia coli*. Toutes font appel aux propriétés fermentaires ou biochimiques de ces organismes, dont les principales sont les suivantes.

En milieu liquide :

la fermentation du lactose à 37°, technique servant de base à de nombreuses méthodes comme test présomptif, et notamment à la méthode standard américaine, dite du « lactose-broth » ;

la fermentation du lactose en bouillon lactosé bilié à 37° (techniques anglaises) ;

la fermentation du bouillon lactosé incubé à 44°, ou du bouillon glucosé incubé à 46° (test d'EIJKMAN) par le seul *Escherichia coli* ;

la réduction du rouge neutre en milieu lactosé avec attaque gazogène du glucide (procédé de BESSON), ou en milieu glucosé (procédé de SAVAGE) ;

la formation d'indole en eau peptonée phéniquée à 0,85 p. 1 000, incubée à 41,5° (procédé de VINCENT), par le seul *Escherichia coli*.

En milieu solide :

les distinctions macroscopiques observées dans la morphologie et les colorations différentes des colonies. Ces dernières sont conditionnées par les colorants et réactifs divers incorporés au milieu, et qui contiennent tous du lactose : gélose lactosée tournesolée, gélose lactosée au bromocrésol pourpre, gélose d'Endo, gélose de MAC CONKEY, gélose lactosée au chlorure de 2, 3, 5 triphényl-tétrazolium et au tergitol, et gélose lactosée au desoxycholate, utilisées pour la colimétrie sur membranes filtrantes, etc.

En milieu liquide, le produit à analyser est réparti en tubes selon des dilutions appropriées à la densité microbienne présumée. Le dénombrement s'opère en tenant compte de la réaction positive donnée par la plus forte dilution ou bien, ce qui est plus exact en appliquant une formule de dénombrement mathématique (tables). En milieu solide, il suffit de compter le nombre de colonies typiques, en opérant éventuellement la somme des résultats ou en effectuant la moyenne, si l'inoculation a été faite sur plusieurs boîtes.

Dans un cas, comme dans l'autre, le résultat est rapporté au litre.

1° Colimétrie des eaux d'alimentation.

A) *Méthodes étrangères.*

La méthode américaine. Cette méthode, largement utilisée dans le monde est préconisée par l' « American public health Association ». Elle utilise le bouillon lactosé défini dans les « Standards methods for the examination of water and sewage, 1946 ». Sa pratique est longue, mais sûre. Elle se décompose en trois phases.

a) Test présomptif : l'ensemencement a lieu sur bouillon lactosé incubé 24 ou 48 h à 37° (tubes à cloches). Les tubes gazogènes sont réputés contenir des coliformes.

b) Test confirmatif : les tubes gazogènes sont repiqués sur gélose lactosée à l'éosine et au bleu de méthylène (dite E.M.B.), et qui est une modification de la gélose de TEAGUE-LEVINE, incubée 24 à 48 h à 37°. L'examen des colonies typiques permet une première différenciation des coliformes.

c) Test de diagnostic : les colonies isolées font l'objet d'une identification complète : recherche de la coloration de Gram (négative), mobilité, pratique des tests IMVIC.

La méthode anglaise. Elle utilise le milieu de MAC CONKEY (bouillon lactosé bilié additionné de vert brillant). L'eau à analyser est répartie dans des tubes à cloches, et l'incubation se fait à 37° durant 24 puis 48 h. La présence de coliformes est révélée par la fermentation gazeuse des tubes. La confirmation d'*Escherichia coli* nécessite une subculture en même milieu incubé durant 24 h à 44°. Si l'on désire une identification des autres coliformes, il faut procéder à des subcultures sur la gélose E.M.B., et pratiquer ensuite les tests IMVIC sur les colonies isolées.

B) ***Méthodes françaises.***

Le Ministère de la Santé publique et de la population recommande, dans sa circulaire du 21-I-1960, deux types de méthodes :

la colimétrie en milieu liquide,
la colimétrie sur membranes filtrantes.

Colimétrie en milieu liquide.

a) Recherche des coliformes ; cette technique est inspirée du procédé américain décrit ci-dessus : ensemencement en bouillon lactosé ordinaire, incubation à 30° durant 48 h. Les tubes gazogènes révèlent la présence possible de coliformes. Pour obtenir l'identification d'*Escherichia coli*, il est nécessaire de pratiquer le test de MACKENZIE, TAYLOR et GILBERT. Ce contrôle, qui doit être opéré à 44°, est absolument nécessaire. En effet, LECLERC et BUTTIAUX viennent de montrer que dans certains cas, c'est 30 p. 100 des tubes positifs de culture en bouillon lactosé qui renferment des espèces autres que les colibacilles, notamment des *Aeromonas*.

La méthode consiste en une subculture des tubes lactose positifs en eau peptonée et en milieu lactosé bilié.

Ces deux tubes sont incubés 24 ou 48 h à 44°. La présence d'*Escherichia coli* est confirmée par la fermentation gazeuse dans le milieu lactosé bilié et la production d'indole, obtenues dans ces conditions de culture.

Si l'on désire connaître la présence éventuelle des autres bactéries coliformes, il est, là aussi, nécessaire de pratiquer à partir des tubes primaires lactose positifs, une subculture sur gélose E.M.B. incubée 24 ou 48 h à 30°. L'examen des colonies permet une première différenciation, mais il faudra ensuite appliquer les tests IMVIC sur les colonies isolées, pour obtenir un diagnostic certain.

b) Recherche d'*Escherichia coli*. La méthode préconisée est celle de VINCENT : ensemencement en eau peptonée phéniquée à 0,85 p. 1000, incubation durant 48 h à 41°. Tout tube présentant un louche microbien est susceptible de renfermer *Escherichia coli*. Sa présence sera obligatoirement vérifiée par l'application des tests MACKENZIE, ou la subculture sur gélose E.M.B.

Colimétrie sur membranes filtrantes. Outre les avantages relevant de la formule du milieu, cette méthode présente l'intérêt de permettre une numération vraie des germes contenus dans un volume déterminé d'eau. En effet, celle-ci est filtrée sur membrane perméable à l'eau mais qui retient les germes. Cette colimétrie a été utilisée en Allemagne et aux États-Unis. En France, BUTTIAUX et ses collaborateurs ont étudié et proposé un milieu de culture de base inspiré de celui de CHAPMAN : gélose à 2 p. 100 de lactose, additionnée de 5 ml d'une solution de chlorure de 2, 3, 5 triphényltétrazolium à 0,5 p. 100 et de 5 ml d'une solution de tergitol à 0,2 p. 100. Si l'on désire une numération totale des bactéries coliformes, le milieu est incubé durant 24 h à 37°. Si l'on désire une numération du seul *Escherichia coli*, on incube 12 ou 24 h à 44°. Dans un cas comme dans l'autre, l'examen des colonies et des halos qui les entourent permet une distinction aisée des germes.

La circulaire ministérielle précitée, préconise le repiquage des colonies isolées et l'application des tests IMVIC, notamment en ce qui concerne les colonies supposées d'*Escherichia coli*.

2° Colimétrie des eaux de mer.

Les techniques utilisées se sont inspirées de celles applicables aux eaux d'alimentation, ce qui explique que nous ayons tout d'abord envisagé celles-ci. Mais leur adaptation aux eaux de mer et surtout aux coquillages a nécessité des modifications, soit des milieux, soit du processus analytique. Actuellement, des différences importantes subsistent dans les méthodes d'analyses utilisées par les divers pays où l'industrie ostréicole est suffisamment développée pour les amener à pratiquer des examens fréquents d'eaux marines et de coquillages. Toutes les méthodes employées présentent un certain nombre d'avantages et d'inconvénients. Nous résumons, ci-après, les principales d'entre elles qui sont les plus utilisées dans le monde, en formulant le souhait qu'une méthode internationale simple, sûre et rapide, soit enfin mise au point, et permette la confrontation valable des résultats des recherches bactériologiques entreprises dans les divers pays.

A) *Méthodes étrangères.*

La méthode canadienne. Cette méthode, dite du « Most probable number » (M.P.N.), est utilisée au Canada et aux Etats-Unis. Elle permet la numération des coliformes totaux (lactose positifs) et d'*Escherichia coli.*

Nombre de coquillages examinés : variable, selon le volume de chair obtenue.

Partie analysée : chair broyée et liquide intervalvaire.

Ensemencement : on pratique trois dilutions en cinq tubes, soit 15 tubes.

Milieux de culture :

a) lactose-broth incubé 48 h à 37° ; les tubes gazogènes indiquent la présence probable de coliformes.

b) subculture des tubes gazogènes sur milieu lactosé bilié et au vert brillant à 2 p. 100 . L'incubation est de 48 h à 37° ; les tubes gazogènes indiquent la présence probable d'*Escherichia coli.*

(Il est à noter que l'Union européenne occidentale préconise l'incubation à 44°, plus sélective pour *Escherichia coli.*)

Le dénombrement est effectué à l'aide des tables de probabilité de Hoskins.

La méthode de J. W. Bigger. Elle est largement utilisée, notamment en Irlande.

Nombre de coquillages examinés : dix, analysés individuellement.

Partie analysée : corps broyés, additionnés d'eau stérile jusqu'à un volume de 25 ml correspondant au mollusque reconstitué (M.R.).

Ensemencement : chaque M.R. fournit trois dilutions, chacune d'elles étant ensemencée en deux tubes, soit six tubes par M.R. et donc 60 tubes pour l'ensemble du lot.

Milieu de culture : c'est le bouillon lactosé bilié incubé 24 h à 37°. Une réponse peut être fournie en 12 à 18 h .

Dénombrement : chaque coquillage fournit une numération variant selon l'échelle : 0 à 50, 50 à 250, 250 à 1 250 .

La méthode de la Fishmonger's Company (Klein 1916, 1924 ; Knott, 1951). Elle est utilisée en Angleterre par cet organisme et dans divers autres pays européens.

Nombre de coquillages analysés : dix, analysés individuellement.

Partie analysée : chair dilacérée plus eau intervalvaire.

Ensemencement : 0,2 ml du broyat ci-dessus par tube.

Milieu de culture : c'est le bouillon de Mac Conkey (lactosé, bilié) incubé durant 24 h à 44°.

Dénombrement : les tubes positifs (acide et gaz) sont réputés contenir *Escherichia coli.* Chaque tube correspondant à un coquillage, le résultat est exprimé en pourcentage de salubrité du lot. Par exemple, si deux tubes sont positifs, le lot est considéré comme « 80 p. 100 propre ».

La méthode de Clegg et Sherwood (1947), modifiée par Reynolds et Wood (1955). Cette méthode récente, est très utilisée en Angleterre, et plusieurs pays européens, où elle tend à remplacer la méthode de la Fishmonger's Company.

Nombre de coquillages examinés : cinq ou dix coquillages examinés individuellement (éventuellement, une analyse globale peut être faite).

Partie analysée : chair broyée du mollusque, additionnée de deux fois son volume d'eau stérile.

Ensemencement : un millilitre de la liqueur ci-dessus.

Milieu de culture : c'est le milieu solide de MAC CONKEY (gélose lactosée aux sels biliaires). Celui-ci est placé dans de petites fioles spéciales, dites « roll-tubs .» Après liquéfaction du milieu et inoculation, les rolls-tubs sont roulés sous courant d'eau froide à l'aide d'une machine spéciale : la gélose se solidifie alors sur la paroi interne du flacon.

L'incubation est de 24 h dans un bain-marie réglé à 44°. Une réponse peut être obtenue après douze heures d'incubation.

Dénombrement : il est donné par le comptage des colonies typiques. Le nombre obtenu est multiplié par le coefficient de dilution.

B) ***Méthodes françaises.***

Méthode de Vincent. L'Institut scientifique et technique des Pêches maritimes, qui est chargé du contrôle sanitaire des huîtres et des coquillages, utilise la méthode de VINCENT, adaptée et décrite par BOURY et BORDE (1957).

Le procédé utilise la propriété d'*Escherichia coli* de donner de l'indole en eau peptonée, et de proliférer à la température de 41° 5 en présence d'acide phénique à la dose de 0,85 p. 1 000 .

Généralement, l'analyse porte sur un lot de coquillages comprenant plusieurs individus.

Partie analysée : corps broyés des mollusques, additionnés de deux fois leur volume d'eau salée stérile.

Ensemencement : selon le degré de pollution présumée, on peut faire varier les volumes ensemencés. Ceux-ci sont généralement de 5 ml et d'une dilution au 1/10 , soit 0,5 ml, chacun d'eux étant distribué dans cinq tubes. L'incubation est de 48 h à 41° 5. On pratique un repiquage sur même milieu des tubes présentant une culture et, après nouvelle incubation de 24 h à 41° 5, on effectue la recherche de l'indole à l'aide de la réaction de SALKOWSKY (réactif nitroso-chlorhydrique).

Dénombrement : seuls les tubes indole positifs sont retenus. La numération est donnée par les tables de dénombrement mathématique établies par BOURY (1957), et affectée du coefficient trois, correspondant au volume du produit analysé : une partie de chair plus deux parties d'eau.

Cette méthode est également appliquée aux eaux de mer, mais la subculture étant inutile, le délai nécessaire est de 48 h .

Comme on le voit, cette technique diffère des méthodes précédentes. Elle a suscité des critiques portant notamment sur le fait qu'il existe des bacilles indologènes, cultivant dans ces conditions, et qui ne sont pas *Escherichia coli* (cas de certains paracolibacilles), et qu'il existe également des souches d'*Escherichia coli* non indologènes. Ces faits ne constituent pourtant que des exceptions relativement rares puisqu'elles ne dépassent pas quatre à six pour cent du nombre des souches fournissant une réaction positive dans ces conditions de culture. Récemment encore, BOURY et BORDE (1957) ont vérifié que dans 95 p. 100 des cas, les germes ayant donné la réaction d'indole dans ces conditions, étaient bien des *Escherichia coli* types. Le fait de considérer les tubes indologènes comme contenant *Escherichia coli* est donc tout à fait acceptable en pratique, l'erreur étant très faible, et par suite, négligeable.

Ces « fausses réactions » de la colimétrie ne sont d'ailleurs pas l'apanage de ce milieu, et se retrouvent dans les procédés de culture sur bouillon lactosé où *Bacillacae* et *Clostridia* prolifèrent dans la zone inférieure des tubes, en donnant des gaz au même titre que les coliformes.

De même, l'appréciation visuelle des colonies sur milieu gélosé n'est pas sans aléas, cette évaluation de la morphologie ou des caractères tinctoriaux variant d'un observateur à l'autre.

Enfin, en ce qui concerne les procédés de dénombrement, l'inoculation sur milieu solide peut sembler donner une sécurité plus grande, chaque bactérie fournissant une colonie, en dehors de toute concurrence des autres germes, et le comptage des colonies peut sembler plus précis que l'application des tables de probabilités. Mais, là aussi, les avantages d'un comptage direct sont parfois compromis par une mauvaise répartition initiale des germes, la disposition en amas des colonies, ou leur confluence en cas d'une richesse microbienne imprévue, qui rendent leur comptage approximatif.

L'application pour la numération en milieu liquide d'une formule de dénombrement mathématique, est satisfaisante.

En fait, le milieu de VINCENT, tel qu'il est employé par l'Institut des Pêches maritimes, constitue une excellente méthode sélective de recherche d'*Escherichia coli*, d'application pratique et sûre. Mais sa durée d'incubation constitue son inconvénient majeur dans une question où il est important d'avoir une réponse rapide.

C'est pourquoi les laboratoires de l'Institut des Pêches maritimes ont en outre, fréquemment recours au procédé utilisant le bouillon lactosé à la bile et au vert brillant, incubé à 44°, pour obtenir une évaluation rapide et relativement sûre d'*Escherichia coli*. Eventuellement, le diagnostic est confirmé par la recherche ultérieure du pouvoir indologène.

Méthode des membranes filtrantes. Nous avons déjà mentionné cette méthode à propos de l'analyse des eaux de consommation.

BUTTIAUX (1955), dans son étude de la salubrité des huîtres du centre ostréicole de la Basse-Seudre, a appliqué ce procédé aux eaux fluvio-marines de cette rivière, lorsqu'elles étaient suffisamment limpides. Il l'a utilisée également pour la colimétrie des huîtres, moyennant certaines précautions consistant à ne pas dilacérer les réserves glycogéniques du mollusque, susceptibles de gêner la filtration sur la membrane. L'intérêt de cette méthode permet à BUTTIAUX de la recommander aux laboratoires chargés du contrôle sanitaire des huîtres.

Nous l'avons expérimentée nous-mêmes au laboratoire de l'Institut des Pêches maritimes de Saint-Servan. Il est certain qu'elle est extrêmement intéressante tant par sa sensibilité et sa spécificité, que par sa rapidité. Presque parfaite pour les eaux d'alimentation, toujours limpides, elle se heurte par contre à des difficultés pour les eaux d'estuaire. Celles-ci sont très souvent chargées de matières amorphes en suspension, de nature colloïdale (limon, vase), qui gênent la filtration. Il en va de même de l'eau des claires d'engraissement, ou parcs à huîtres ayant un substrat vaseux, et où le moindre clapotis remet cette vase en suspension. Les mêmes difficultés apparaissent pour les huîtres, où il est souvent difficile d'éviter la réserve de glycogène. Enfin, durant la période de reproduction, il est pratiquement impossible de dilacérer le mollusque sans entraîner les éléments sexuels qui se répandent dans la cavité palléale et empêchent une filtration convenable.

Pour ces raisons, ce procédé ne saurait être généralisé dans le contrôle sanitaire courant, mais pourrait être utilisé avec fruit dans ces cas particuliers.

II. - *Méthodes utilisées dans cette étude.*

1° L'analyse bactériologique.

Les milieux utilisés sont ceux couramment employés dans l'analyse des eaux. Ils sont connus de tous les bactériologistes. C'est pourquoi nous n'avons pas cru devoir en mentionner la composition. On la trouvera, si nécessaire, dans les ouvrages spécialisés, et notamment :

L'analyse bactériologique des eaux de consommation, par R. BUTTIAUX (Editions FLAMMARION, 1951).

Bactériologie médicale, par J. DUMAS (Editions FLAMMARION, 1958, 1959, 1960).

Le diagnostic de laboratoire des entérobactéries, par L. LE MINOR (Editions de la TOURELLE, 1959).

Bien qu'il soit théoriquement possible d'effectuer le dénombrement des coliformes vrais (à atta-

que rapide du lactose), et des paracolibacilles (à attaque lente), à partir du même milieu de culture primaire, nous avons préféré, pour des raisons de commodité et d'exactitude, procéder à un ensemencement séparé sur bouillon lactosé (recherche des coliformes) et sur milieu solide (recherche des paracolibacilles). L'inconvénient de cette méthode est sa complexité et sa longue durée. Mais nous avions en vue moins la rapidité, qu'un résultat le plus précis possible.

Les flacons d'eau et les sachets contenant les huîtres étaient apportés au laboratoire, sitôt les prélèvements effectués.

La plupart des pêches en rivière et des prélèvements dans les établissements ayant eu lieu dans la matinée, les échantillons étaient analysés dès 14 h, c'est-à-dire deux à trois heures après leur prélèvement. Lorsqu'il était indispensable de procéder à des prélèvements durant l'après-midi, les échantillons étaient placés en glacière durant la nuit, à la température de + 3 à 4°, et ensemencés le lendemain matin. Les eaux et les huîtres étaient analysées avec les précautions habituelles d'asepsie. En ce qui concerne les huîtres, elles étaient préalablement soumises à un brossage énergique sous courant d'eau de ville, afin d'éliminer la vase externe dont elles étaient parfois chargées.

A) ***Recherche des coliformes.***

Le milieu de base utilisé est le bouillon lactosé, soit ordinaire, soit concentré.

Ensemencement des eaux. Nous avons conservé le système d'ensemencement utilisé par l'Institut des Pêches maritimes, soit : ensemencement de deux séries de cinq tubes, la seconde étant une dilution de la première au 1/10 :

répartition de 0,5 ml en 5 tubes à cloche (∅ 16 mm) : série « B » ;
répartition de 5 ml en 5 tubes à cloche (∅ 16 mm) : série « B ».

Ces volumes permettent l'obtention d'une échelle de colimétrie bien adaptée à la population microbienne étudiée. Elle s'étend de 200 à 10 000 germes au litre. Il est d'ailleurs possible de faire varier les volumes d'ensemencement, de façon à avoir une échelle plus réduite, ou, au contraire, plus étendue.

Aux deux séries de cinq tubes ci-dessus, nous avons adjoint, afin de faciliter les recherches qualitatives, deux tubes (∅ 22 mm) contenant du bouillon lactosé concentré et recevant, l'un 5 ml d'eau à analyser (et correspondant à la série « A »), l'autre 0,5 ml d'eau à analyser (et correspondant à la série « B »).

Les inoculations ont été faites selon la méthode suivante.

Après avoir énergiquement secoué le flacon contenant l'eau à analyser, on en prélève 10 ml qui sont placés dans un tube à essai stérile, puis 1 ml qui est placé dans un autre tube lequel recevra, en outre, 9 ml d'une solution d'eau salée stérile à 1 p. 100.

Le premier tube servira à l'ensemencement des cinq tubes de 16 mm de bouillon lactosé ordinaire, à raison de un ml par tube, et à l'ensemencement du tube témoin de 22 mm contenant le bouillon concentré, qui recevra le reste, soit cinq ml.

Le second tube, de même manière, sert à l'inoculation des cinq tubes de 16 mm de bouillon lactosé ordinaire de la série « B », à raison de un ml par tube de la liqueur obtenue, soit 0,1 ml d'eau à analyser, puis à l'inoculation du tube témoin de 22 mm de bouillon concentré qui reçoit le reste, soit 5 ml de la liqueur, correspondant à 0,5 ml de l'eau à analyser.

Ensemencement des huîtres. Après brossage, l'huître est ouverte avec un fort scalpel métallique. Le muscle adducteur est tranché, la valve supérieure est rejetée après qu'on ait pris soin d'en détacher la partie du manteau qui y adhère parfois. L'eau intervalvaire est éliminée. Le corps est détaché et placé dans une éprouvette stérile contenant une petite quantité d'eau salée stérile. On ouvre ainsi six à huit huîtres, ou plus, de telle sorte que le volume des corps, mesuré par déplacement de l'eau soit d'environ 30 ml. On note ce volume. Puis, le contenu de l'éprouvette est transvasé dans un verre à pied conique, où la chair est découpée aux ciseaux. On ajoute, ensuite, un tube de sable stérile, et on procède à un broyage méthodique au pilon. Au broyat est ajoutée une quantité d'eau égale à deux fois celle des corps (et diminuée de la petite quantité d'eau initialement placée dans l'éprouvette).

On agite à l'aide d'un agitateur stérile, et après une minute de repos, on prélève dans le liquide surnageant les volumes nécessaires aux ensemencements, soit :
10 ml qui sont versés dans un tube à essais stérile,
1 ml qui est placé dans un autre tube, lequel recevra en plus 9 ml d'une solution salée stérile à 1 p. 100.

A partir de là, les ensemencements sont faits de la même manière que pour les eaux.

Incubation. Les paniers de tubes sont portés à l'étuve réglée à 37°. Ils sont incubés durant 48 h.

Dénombrement des coliformes. A la sortie de l'étuve, les tubes qui présentent un volume important de gaz dans la cloche sont notés : ils indiquent la présence probable de coliformes. On effectue leur dénombrement en se rapportant aux tables de Boury. On remarque, fréquemment, des tubes présentant une culture et très peu de gaz dans la cloche, parfois seulement une petite bulle : il s'agit, le plus souvent de bactéries « lactose lent », dont on ne doit pas tenir compte dans le dénombrement des coliformes vrais.

A ce stade de l'analyse, qui réalise le test présomptif, font suite les tests confirmatifs, permettant l'identification des coliformes. Dans ce but, nous effectuons simultanément deux subcultures :

a) la première sur milieu liquide pour la recherche des germes indologènes et d'*Escherichia coli ;*

b) la deuxième sur milieu solide, permettant l'isolement des bactéries, en vue d'un diagnostic ultérieur précis.

a) Recherche des germes indologènes et d'*Escherichia coli.*

Chacun des tubes de bouillon lactosé gazogène est repiqué :

sur bouillon peptoné ordinaire, incubé à 37°,

sur bouillon peptoné phéniqué à 0,85 p. 1000 (milieu de Vincent), incubé à 42°.

Après 48 h d'incubation, l'indole est recherché dans ces deux milieux, à l'aide du réactif d'Ehrlich [1] :

les tubes donnant de l'indole en eau peptonée ordinaire, à 37° sont notés : ils correspondent aux germes indologènes totaux ;

les tubes donnant de l'indole en eau peptonée phéniquée, à 42° sont notés : ils correspondent aux *Escherichia coli.*

On effectue le dénombrement de ces deux catégories de germes, en se rapportant aux tables de Boury.

Remarques.

Le nombre des germes indologènes ne peut être que supérieur ou égal à celui des *Escherichia coli.*

Ces deux résultats sont presque toujours semblables, les *Escherichia coli* formant la quasi-totalité de la flore indologène gazogène.

En ce qui concerne les *Escherichia coli* dénombrés à partir des subcultures en milieu de Vincent, nous nous sommes assurés de la valeur de ce test en procédant, avant adjonction du réactif d'Ehrlich :

à des isolements sur gélose E.M.B., repiquage sur milieu de Kligler, et identification par les tests IMVIC,

à l'application du test de Mackenzie, Taylor et Gilbert.

Dans 96 p. 100 des cas, les germes isolés du milieu de Vincent ont donné un ensemble de tests IMVIC : + + — — et un test de Mackenzie : indole positif, gaz positif. Il s'agissait donc bien d'*Escherichia coli.*

b) Identification complète des coliformes.

La confirmation des bactéries coliformes est obtenue par une subculture des tubes lactose positifs, sur gélose E.M.B.

---

(1) Nous préférons ce réactif au réactif nitroso-chlorhydrique : il est plus sensible, et donne une coloration rapide et franche. On évite ainsi l'interprétation que l'on est parfois tenté de donner aux colorations roses ou lentes intervenant avec le réactif nitreux. Pien a par ailleurs montré qu'il était plus spécifique.

Selon les cas, on peut utiliser pour ce faire, soit les tubes gazogènes des séries A (5 ml) ou B (0,5 ml), soit les tubes « témoins » de ces mêmes séries.

Une anse de la culture primaire est alors repiquée en stries parallèles sur les boîtes de Pétri renfermant le milieu E.M.B. Ces plaques sont incubées 48 h à 37°. Elles sont examinées à leur sortie de l'étuve. Selon leurs caractères morphologiques ou tinctoriaux, trois sortes de colonies se distinguent aisément.

a) Les *Escherichia,* qui donnent des colonies petites, rondes, de deux à trois millimètres de diamètre, plates, sèches, de teinte violet-noir. *Escherichia coli* se distingue par un reflet métallique verdâtre caractéristique. Toutefois, ce caractère peut faire défaut. En fait, il est nécessaire de repiquer plusieurs colonies, car il est impossible de distinguer avec certitude les espèces de ce genre.

b) Les *Cloaca : Aerobacter aerogenes* et *Aerobacter cloacae.* Leurs colonies sont toujours plus larges, mesurant de trois à cinq millimètres de diamètre, très bombées, muqueuses, luisantes, d'une coloration rosée avec un petit centre bleu. La distinction avec les *Escherichia* est donc aisée.

c) Les microbes sans action sur le lactose : *Proteus, Shigella, Salmonella,* ou ayant une action lente : paracolibacilles, donnent des colonies incolores, blanchâtres ou mauves, le plus souvent de petite taille.

Chacune de ces colonies est repiquée sur un tube de gélose inclinée de KLIGLER, en strie sur la tranche, et en piqûre dans la butte. Après 24 h d'incubation à 37°, les tubes de KLIGLER sont examinés. Seuls les tubes présentant une tranche et une butte jaunes avec production plus ou moins importante de gaz, correspondent à une bactérie fermentant lactose et glucose, c'est-à-dire à un coliforme « vrai ». Il n'y a généralement pas production d'hydrogène sulfuré, sauf dans le cas d'*Escherichia freundii,* qui noircit la butte.

Le diagnostic définitif est obtenu en effectuant des repiquages sur les milieux suivants, incubés à 37° : eau peptonée ordinaire, milieu de CLARK et LUBS, gélose citratée de SIMMONS, pour l'application des tests IMVIC.

B) ***Recherche des paracolibacilles et accessoirement d'autres entérobactéries.***

En l'absence du milieu d'analyse spécifique, nous avons utilisé pour ces microbes, l'un des milieux sélectifs utilisés couramment pour les germes « lactose négatif » : *Salmonella* et *Shigella.* Après divers essais effectués avec la gélose « SS Agar » et la gélose au désoxycholate-citrate-lactose (LEIFSON), nous avons retenu et utilisé ce dernier milieu qui nous a donné des résultats satisfaisants.

Nous avons procédé par ensemencements directs de l'eau et de la liqueur de broyat des huîtres. Les ensemencements ont été généralement de 1 ml par boîte, à raison de deux boîtes par analyse. Le résultat de la numération est rapporté au litre, après application du coefficient trois, en ce qui concerne les huîtres.

La gélose au désoxycholate-citrate-lactose inhibe complètement les bactéries Gram positifs, tels les *Bacillacae* et quelques autres germes banaux de l'eau de mer. En principe, ce milieu doit également inhiber les organismes « lactose positifs » : *Escherichia* et *Cloaca,* mais il est fréquent de constater la présence de ces genres, *Cloaca* résistant même davantage que les *Escherichia* au pouvoir inhibiteur du milieu. Toutefois, il s'agit là, en ce qui nous concerne, d'un inconvénient mineur, car ces colonies sont toujours nettement différenciées et ne peuvent être confondues avec les paracolibacilles : *Escherichia coli* et *Escherichia intermedium* donnent des colonies rouge framboise (avec, en plus, un centre noir, pour *Escherichia freundii*), *Cloaca* des colonies roses avec leur morphologie particulière : larges, bombées, luisantes.

Parmi les bactéries ne fermentant pas le lactose, nous retenons comme pouvant être des paracolibacilles, les colonies ayant les caractères suivants.

Les colonies de *Paracoli coliforme* et d'*Hafnia* sont rondes, petites (2 à 3 mm), épaisses, à bord luisant et gras. D'abord incolore, le centre devient rose si on poursuit l'incubation durant 36 à 48 h (fermentation tardive du lactose). Les germes des groupes *Arizona* et *Ballerup-Bethesda* présentent un aspect analogue, mais s'en distinguent par leur centre noir.

On connaît les caractères des autres entérobactéries sur ce milieu : les *Proteus vulgaris* et *Proteus mirabilis* donnent des colonies d'abord incolores puis noires après 24 h d'étuve. *Proteus morganii* donne des colonies de teinte mauve ou rose pâle. Les colonies de *Providencia,* que l'on rapproche actuellement des *Proteus,* sont rondes, petites, d'abord translucides, puis prennent une coloration orange après 36 à 48 h d'étuve (*Proteus rettgerii* produit également des colonies de teinte orange).

Les *Shigella* donnent des colonies qui demeurent incolores, de même que *Salmonella paratyphi A.* Les autres salmonelles fournissent des colonies très petites, rondes, bombées, incolores, avec un petit centre noir. Dans la pratique, et surtout sans enrichissement préalable, il est extrêmement rare de rencontrer ces bactéries en raison de leur rareté et de leur disparition rapide de l'eau de mer. Nous n'avons jamais pu en identifier.

Quelques autres germes produisent, au début de l'incubation, des colonies analogues à celles de *Hafnia* et *Providencia* : il s'agit le plus souvent de germes banaux de l'eau de mer, ou parfois d'espèces pathogènes, appartenant principalement à la famille des *Pseudomonadaceae : Pseudomonas, Achromobacter, Acinetobacter, Flavobacterium, Serratia,* etc., ou de *Faecalis alcaligenes.*

Après 24 h d'incubation, la plupart de ces colonies demeurent incolores, tandis que l'aspect de quelques autres se modifie. Certaines deviennent opaques et blanchâtres (*Faecalis alcaligenes*) ou se teintent en vert-bleuâtre, jaune ou rouge (divers *Pseudomonas*) ou rouge sang (*Serratia marcescens*), par diffusion de leurs pigments spécifiques. Bien qu'un grand nombre de ces organismes se rencontrent dans la mer, les colonies fournies ne sont pas si fréquentes qu'on pourrait le craindre : en effet, beaucoup d'entre elles végètent mal sur ce milieu, en raison certes de sa composition, mais aussi de la température d'incubation, la plupart des bactéries marines ayant une température optimale de culture comprise entre 20° et 25°.

Quoiqu'il en soit, la prolongation de la durée d'étuvage permet de lever les doutes, et de dénombrer avec un minimum de risques d'erreur les colonies de paracolibacilles.

Après avoir vérifié qu'il s'agit bien de microbes Gram négatifs, il convient de repiquer les colonies retenues, sur gélose inclinée de KLIGLER, incubée 24 h à 37°. Son examen permet déjà d'éliminer les espèces qui ne fermentent pas le glucose en anaérobiose. De même, le noircissement de la butte révèlera la présence de germes tels : *Arizona, Citrobacter, Proteus,* etc.

L'identification complète des paracolibacilles se fait à partir des tubes de KLIGLER, en procédant à des subcultures :

sur différents milieux sucrés pour rechercher les réactions fermentaires différentielles ; le milieu de base est l'eau peptonée au rouge de phénol additionnée des sucres que l'on désire éprouver, généralement : lactose, glucose, saccharose, mannitol, dulcitol, adonitol, à 1 p. 100 ; on effectue en outre un repiquage sur gélose à 10 p. 100 de lactose ;

sur eau peptonée ordinaire, milieu de CLARK et LUBS, et gélose citratée de SIMMONS pour les épreuves IMVIC.

Enfin, il est toujours utile de compléter ces tests par la recherche de l'hydrolyse de l'urée sur gélose inclinée de CHRISTENSEN.

Nous avons indiqué dans le tableau 3, les principaux caractères différentiels qui permirent l'identification des coliformes vrais et des paracolibacilles.

C) *Recherche des Streptocoques fécaux.*

En raison de leur origine fécale, ces germes ont été recherchés secondairement, afin de préciser éventuellement le diagnostic sanitaire. Ils ont été étudiés dans huit des seize séries en rivière, et dans tous les prélèvements provenant des établissements ostréicoles du littoral.

Un premier ensemencement est fait sur milieu de ROTHE, double ou ordinaire. L'incubation est 48 h à 37°.

Les tubes présentant un louche microbien sont repiqués sur milieu de LITSKY, et également incubés de 48 h à 37°.

Les ensemencements de 10 ml, 5 ml, 2 ml, 1 ml, 0,5 ml, et 0,1 ml ont permis des numérations allant de 100 à 10 000 germes au litre.

2° L'analyse chimique.

Elle a porté sur les prélèvements d'eau seulement, et s'est limitée à la recherche des composants ou éléments susceptibles d'influencer ou d'expliquer les résultats de l'analyse bactériologique.

A) *Mesures physiques.*

Turbidité de l'eau. Elle correspond aux matières amorphes provenant, soit d'apports terrestres, soit de la remise en suspension des matières limoneuses du fond. La quantité de ces matières a fait l'objet d'une évaluation visuelle, notée selon la cotation suivante :

0 eau limpide et sans dépôt,
1 présence de limon en faible quantité,
2 présence de limon en quantité modérée,
3 présence de limon en forte quantité.

Température. Elle fut relevée au moment et au niveau du prélèvement. Comme il a déjà été dit, elle est toujours indiquée en degrés centigrades.

pH. Il a été mesuré par la méthode colorimétrique et exprimé après correction de l'erreur des sels.

B) *Mesures chimiques.*

Oxygène dissous. Le dosage de l'oxygène dissous a été effectué selon la méthode de Nicloux. Dans les tableaux d'analyses, le résultat est exprimé en milligrammes d'oxygène dissous par litre. Mais, pour permettre des comparaisons aisées, il a été converti par la suite, en pourcentage de la teneur d'oxygène maximale pouvant être dissoute par l'eau analysée, à la température de 0° et à la pression de 760 mm de mercure, à l'aide de la table de Fox (1907). Cette table figure dans l'ouvrage de H.W. Harvey : Chimie et biologie de l'eau de mer, traduit de l'anglais par C. Francis-Bœuf et C. Lalou (1949).

Matières organiques. Leur dosage a été fait en mesurant la quantité d'oxygène empruntée au permanganate de potassium pour oxyder les matières organiques présentes, en milieu acide et en présence de sulfate de manganèse pour remédier à l'action des chlorures (Giral, 1927 ; Boury, 1929). Le résultat est exprimé en milligrammes d'oxygène nécessaires pour oxyder la matière organique contenue dans un litre d'eau de mer.

Salinité. Elle est évaluée par le dosage du chlore des chlorures. Celui-ci a été recherché par titrimétrie, à l'aide d'une solution de nitrate d'argent à 35,5 g. p. 1 000, en présence de chromate de potassium. La chloruration au litre a été convertie et exprimée en chloruration par kilogramme d'eau de mer. A partir de la teneur en chlore, les formules suivantes permettent d'obtenir :

la teneur en chlorure p. 1 000 = Cl × 1,648 ;
la salinité totale p. 1 000 = 0,03 + (1,805 × Cl).

Formes de l'azote. La présence d'azote ammoniacal a été décelée à l'aide du réactif de Nessler.

L'azote nitreux (nitrites) a été évalué par le réactif de Zambelli, et par comparaison avec une gamme-étalon.

L'azote nitrique (nitrates) a été apprécié à l'aide d'une solution sulfurique de diphénylbenzidine, et par comparaison avec une gamme-étalon.

Epreuve de putrescibilité. Un flacon contenant 150 ml de l'eau à analyser reçoit 0,4 ml d'une solution à 0,05 p. 100 de bleu de méthylène. Il est incubé à 25° durant 7 jours. A la fin de cette période, la décoloration éventuelle du bleu de méthylène est notée.

DEUXIEME PARTIE

ETUDE DES COLIFORMES EN RIVIERE D'AURAY

I. - Cadre de l'étude : la rivière d'Auray.

Formé par de nombreux cours d'eau prenant leur source dans la forêt de Lanvaux, et se réunissant au nord de Brech, le Loch ou « rivière d'Auray », reçoit sur sa rive gauche, après la traversée de cette ville, un affluent, la « Sal », dénommé aussi « rivière du Bono ».

A hauteur du Fort Espagnol, la rivière d'Auray s'élargit progressivement pour former un estuaire qui, à la pointe du Blair, fusionne avec celui du golfe du Morbihan, tous deux communiquant avec l'océan par le goulet de Port-Navalo.

Bien que sensible aux fortes crues printanières, la rivière d'Auray a un cours relativement régulier. Ses eaux, acides dans la partie amont de son cours, se mélangent aux eaux salées qui remontent au-delà d'Auray. Toutefois, cette ville constitue la limite de l'activité maritime, qu'il s'agisse du mouvement portuaire ou de l'activité ostréicole.

Du point de vue sanitaire, l'amont de la rivière a été classé « zone insalubre », en raison du rejet dans le port d'Auray des égouts urbains non épurés de cette ville. Ce classement insalubre s'étend jusqu'à la limite : pointe de Penhouet - pointe de Kerdréan. Le rejet de ces égouts constitue une grave, mais pratiquement unique, cause de contaminations. Parmi les apports secondaires de pollutions, il faut noter ceux de la rivière du Bono, quelques écoulements de maisons riveraines, et le port de Locmariaquer également classé insalubre. Mais, pour la plupart, ces contaminations secondaires, n'ont qu'une influence locale limitée.

La rivière d'Auray est une région essentiellement ostréicole. Le captage du naissain d'huîtres y est particulièrement développé. On compte environ 500 parcs de captage recevant tous les ans, à la fin du mois de juin, de cinq à six millions de tuiles collectrices. Beaucoup de ces parcs sont établis en zone insalubre.

La partie aval de la rivière (zone salubre) compte plus de 400 parcs d'élevage dans lesquels se pratique la culture des huîtres. Enfin, une vingtaine d'établissements ostréicoles, assurent l'expédition des huîtres à la consommation.

A côté de l'ostréiculture proprement dite, il faut noter la présence, à l'accore des chenaux, de nombreux gisements naturels d'huîtres plates, d'inégales importances. En partie ruinés il y a quelques années, leur reconstitution a été confiée au « Comité interprofessionnel de la Conchyliculture » qui, à l'aide d'un comité de gestion et des ostréiculteurs de la rivière, assure l'entretien de ce bien commun.

Ces gisements, dont la plupart sont situés en zone insalubre, ne sont pas destinés à la pêche, mais, par leur état prospère, ils fournissent le naissain qui sera récolté par les ostréiculteurs.

Nous avons effectué nos prélèvements sur plusieurs de ces gisements, dont la situation est indiquée sur la figure 1 .

II. - Circonstances et répartition des prélèvements.

Du 7 avril 1959 au 5 décembre 1960, seize séries de prélèvements d'eau et d'huîtres ont été réalisées en rivière d'Auray. Elles se répartissent ainsi :

4 séries à basse-mer par marées de coefficients : 70, 80, 94, 90.
4 séries à mi-flot par marées de coefficients : 55, 107, 66, 81.
4 séries à pleine-mer par marées de coefficients : 75, 50, 102, 94.
4 séries à mi-jusant par marées de coefficients : 84, 108, 50, 79.

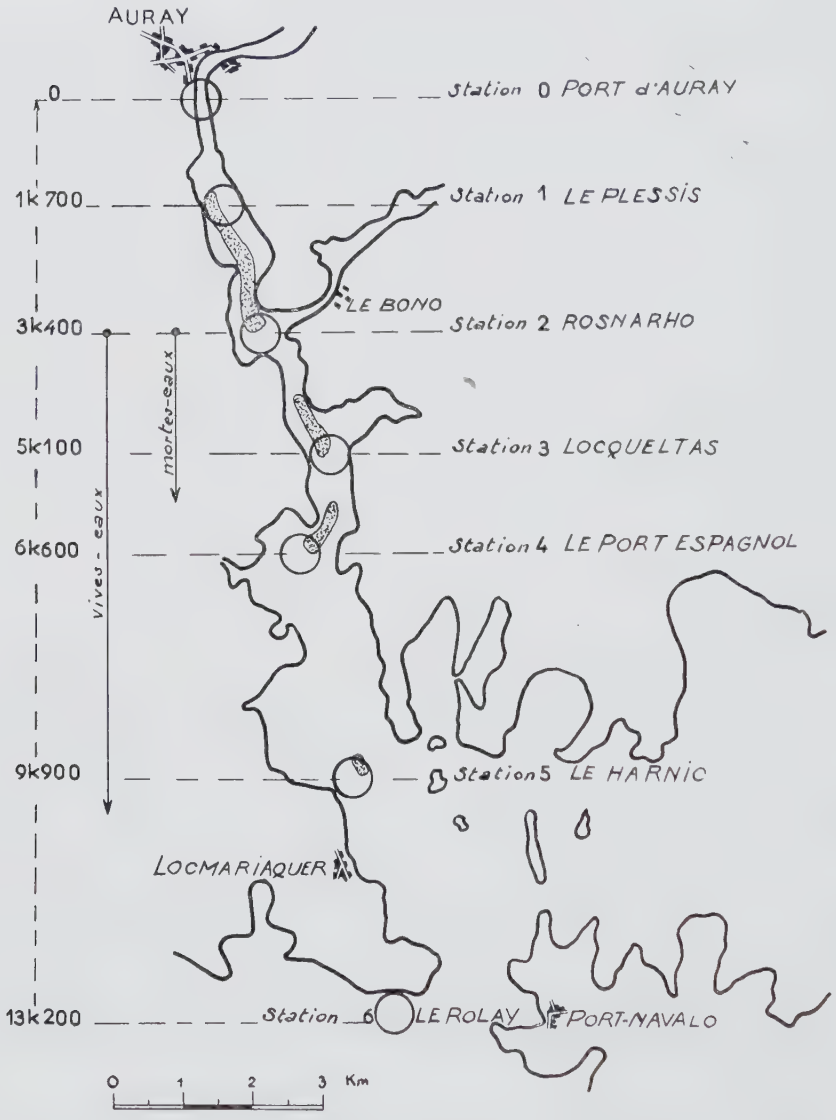

FIG. 1. — *La rivière d'Auray ; emplacements des gisements d'huîtres* (grisé) *et des stations de prélèvement* (cercles). Les flèches indiquent le parcours vers l'aval des flotteurs immergés au cours d'une marée de mortes-eaux et d'une marée de vives-eaux (d'après MARTEIL, 1956).

A l'exception des prélèvements des stations 0 (Auray) et 6 (Le Rolay), les prélèvements et dragages ont été faits à l'aide du bateau garde-pêche de l'Inscription maritime [1].

(1) Je suis heureux de remercier à cette occasion, M. l'Administrateur en Chef DELAPORTE qui a bien voulu m'autoriser à utiliser la vedette « Auray », ainsi que le personnel de cette vedette, dont j'ai pu apprécier le dévouement.

Eaux : on a utilisé des flacons stérilisés de 0,75 cl, les prélèvements étant faits, le bateau marchant au ralenti, à environ 0,30 m sous la surface, ceci afin d'éviter les eaux superficielles et l'intrusion des corps flottants, de l'écume, etc.

Huîtres : elles ont été draguées, pour la plupart, sur les gisements, le bateau marchand au ralenti.

Pour chaque prélèvement d'eau et d'huîtres, une fiche était rédigée, portant les indications utiles : température de l'eau, direction et force du vent, pluie, ensoleillement, etc.

Les points de prélèvements ont été déterminés en tenant compte de la position des gisements d'huîtres (fig. 1).

Station n° 1 « Le Plessis » : située à hauteur de l'extrémité amont du banc du Plessis, à environ 1,700 km du port d'Auray.

Station n° 2 « Rosnarho » : située à hauteur de l'extrémité aval du banc de Rosnarho, au confluent de la rivière d'Auray et de la rivière du Bono, à environ 1,700 km de la précédente et à 3,400 km du port d'Auray.

Station n° 3 « Locqueltas » : située à hauteur du banc de Locqueltas, partie aval, soit à 1,700 km de la station n° 2 et à 5,100 km du port d'Auray.

Station n° 4 du « Fort Espagnol » : située à hauteur de l'extrémité aval du banc de l'Ours, au sud de la cale du Fort Espagnol, à 1,500 km de la station n° 3 et à environ 6,600 km du port d'Auray.

Station n° 5 « Le Harnic » : en raison de l'absence de gisement dans cette partie de la rivière, nous avons eu recours à un parc « en eaux profondes », présentant les mêmes conditions qu'un banc naturel. Celui-ci se trouve situé à l'ouest de l'île du Harnic, à environ 3,300 km de la station n° 4 et 10 km du port d'Auray.

L'étude proprement dite porte sur ces cinq stations, dont le nombre et la disposition se sont révélés satisfaisants pour nos recherches. Cependant, afin de disposer de résultats de référence permettant des comparaisons plus précises, nous avons effectué quelques prélèvements complémentaires dans les zones extrêmes, amont et aval.

a) Dans la zone portuaire d'Auray, dénommée « Station 0 Auray » : huit prélèvements d'eau ont été faits, non au débouché immédiat des égouts, mais à une cinquantaine de mètres en aval. Nous n'avons pas voulu courir le risque d'immerger les huîtres qui auraient pu être dérobées à marée basse, et peut-être provoquer des accidents.

b) Dans la zone des rochers du Rolay, sur la côte sud de Locmariaquer, au sud-ouest de la pointe de Kerpenhir. Cette station a été dénommée « Station n° 6 Le Rolay ».

Cette région est dépourvue d'huîtres. Aussi, en avions-nous déposé une cinquantaine dans une anfractuosité. Mais nous n'avons pu réaliser qu'un prélèvement, les huîtres ayant disparu par la suite, soit du fait du mauvais temps, soit plus probablement de celui d'un chercheur de crabes, certainement aussi surpris qu'enchanté de l'aubaine ! Nous avons effectué par la suite, sept prélèvements de moules, dont cet endroit se trouve abondamment garni.

Le nombre total de prélèvements a donc été :	Eaux	Huitres	
Station de référence n° 0 « Auray »	8	0	
Station n° 1 « Le Plessis »	16	16	
Station n° 2 « Rosnarho »	16	16	
Station n° 3 « Locqueltas »	16	16	
Station n° 4 « Le Fort Espagnol »	16	16	
Station n° 5 « Le Harnic »	16	16	
Station de référence n° 6 « Le Rolay »	8	8	1 « huître » / 7 « moules »
Total	96	88	

Les résultats d'analyse de ces prélèvements ont été indiqués dans les tableaux récapitulatifs I à XVI, en annexe.

CHAPITRE I

COLIMÉTRIE DE L'EAU

1° *Densité microbienne générale.*

La première constatation qui ressort de l'examen des seize séries d'analyses est l'abaissement, certes variable mais toujours très net, de la teneur microbienne de l'amont vers l'aval. Cet abaissement se manifeste pour toutes les séries, et quelle que soit l'intensité de la pollution initiale.

Le tableau 4 indique l'abaissement de la densité moyenne des germes, d'amont en aval.

Stations	Nombre total moyen de germes	Abaissement par rapport à la station précédente	
		numérique	p. 100
0. Port d'Auray (1)	48 000		
1. Le Plessis	7 318	40 682	84,7
2. Rosnarho	4 668	2 650	36,2
3. Locqueltas	3 056	1 612	34,5
4. Le Fort Espagnol	1 737	1 319	43,1
5. Le Harnic	812	925	53,2
6. Le Rolay (1)	25	787	96,9

TABL. 4. — *Abaissement du nombre total moyen de germes, dans les diverses stations, d'amont en aval.* (1) moyennes calculées sur huit prélèvements.

Comme il a déjà été dit, la principale source de contaminations de la rivière est constituée par les déversements d'égouts dans le port d'Auray. Il est évidemment difficile de connaître le nombre de bactéries ainsi déversées, celui-ci étant, plus que partout ailleurs, extrêmement variable. Néanmoins, on peut admettre que le chiffre moyen de 48 000 germes au litre représente la pollution de l'amont de la rivière. Ainsi, par rapport à la source des contaminations, et compte tenu des pourcentages d'abaissement des germes, on constate qu'il ne reste plus :

au Plessis	que	15,2	p. 100	des germes émis	dans le port ;
à Rosnarho	que	9,7	»	»	»
à Locqueltas	que	6,3	»	»	»
au Fort Espagnol	que	3,6	»	»	»
au Harnic	que	1,6	»	»	»

On constate donc une diminution considérable des germes dans la première partie de leur parcours, puisque près de 85 p. 100 d'entre eux ont disparu, à hauteur du Plessis.

Par la suite, et par rapport à la station précédente, on note des pourcentages assez comparables de disparition des bactéries, notamment pour les stations 2 et 3. A partir du Fort Espagnol, ces pourcentages augmentent rapidement. Enfin, à la station du Rolay, on ne constate pratiquement plus la présence des espèces recherchées.

2° *Espèces rencontrées, proportions relatives, et diminution, d'amont en aval, du nombre de germes des divers groupes.*

Afin de faciliter l'interprétation des différences observées, nous avons établi un classement simplifié des coliformes.

Groupe I constitué par *Escherichia coli.*
Groupe II comprenant les « autres coliformes vrais », *Escherichia intermedium, Citrobacter* et *Cloaca.*
Groupe III réunissant *Hafnia, Paracoli coliforme* et *Providencia* [1].

Nous examinerons successivement, la population microbienne des diverses stations de prélèvement.

Station de référence 0 « Port d'Auray ».

On remarque de très fortes numérations et une grande variété des espèces rencontrées. *Escherichia coli* constitue la majorité de la flore (près de 60 p. 100). Dans le groupe II des « autres coliformes vrais », *Citrobacter* est fréquent et l'on observe quelques numérations d'*Aerobacter.* Dans le groupe III des paracolibacilles, *Paracoli coliforme* et *Hafnia* sont fréquemment dénombrés. Les entérocoques sont abondants. On trouve aussi des bactéries putrides (*Proteus*). Par contre, aucune *Salmonella* ne fut mise en évidence.

Composition du résultat moyen (huit résultats) : Groupe I 28 650 germes (59,6 p. 100)
Groupe II 9 850 » (20,5 »)
Groupe III 9 500 » (19,7 »)

Station n° 1 « Le Plessis ».

On rencontre les mêmes espèces que précédemment, mais en nombre beaucoup moins élevé.

Composition du résultat moyen : Groupe I 3 768 germes (51,4 p. 100)
Groupe II 1 956 » (26,7 »)
Groupe III 1 593 » (21,7 »)

Par rapport à la station précédente, ces numérations font ressortir :
un abaissement de 86,8 p. 100 du nombre des *Escherichia coli,*
» 80,1 » » autres coliformes,
» 83,2 » » paracolibacilles.

Malgré de rares numérations moins élevées (séries 4 et 12), cette station est profondément polluée par *Escherichia coli,* les bactéries putrides et les streptocoques fécaux.

Station n° 2 « Rosnarho ».

Escherichia coli reste abondant ; par contre, *Citrobacter* et les *Proteus* disparaissent.

Composition du résultat moyen : Groupe I 2 106 germes (45,1 p. 100)
Groupe II 1 750 » (37,5 »)
Groupe III 812 » (17,3 »)

Par rapport à la station précédente du Plessis, ces numérations font ressortir :
un abaissement de 44,1 p. 100 du nombre des *Escherichia coli,*
» 10,5 » » autres coliformes,
» 49,6 » » paracolibacilles.

---

(1) Notre travail ayant été commencé à une époque où on rangeait les *Providencia* parmi les paracolibacilles (voir traité de « Bactériologie médicale » de DUMAS, édition 1959), nous les y avons encore comptés, bien qu'il faille actuellement les classer avec les *Proteae.* Il est vrai que cette façon de faire ne modifie pas sensiblement les résultats obtenus, ce groupe étant rarement représenté et quand il l'est, c'est en faible nombre.

Comme la précédente, cette station est largement contaminée par *Escherichia coli* qui est toujours majoritaire, mais qui voit cependant sa proportion décroître, tandis qu'augmente celle du groupe II des autres coliformes.

Station n° 3 « Locqueltas ».

La densité microbienne générale est moins élevée.

Composition du résultat moyen : Groupe I 1 134 germes (37,1 p. 100)
Groupe II 1 203 » (39,3 »)
Groupe III 718 » (23,4 »)

Par rapport à la station de Rosnarho, ces numérations font ressortir :

un abaissement de 46,1 p. 100 du nombre des *Escherichia coli,*
» 31,2 » » autres coliformes,
» 11,5 » » paracolibacilles.

On voit que le groupe « *Escherichia coli* » ne constitue plus que le tiers environ de la microflore dénombrée. Le groupe II devient majoritaire avec 39 p. 100 des coliformes totaux.

Bien que *Escherichia coli* soit, généralement, moins nombreux, cette station subit des contaminations importantes, mais irrégulières. Les streptocoques fécaux parfois abondants, parfois absents, confirment cette irrégularité des pollutions. Dans l'ensemble, cependant, cette station doit être considérée comme étant nettement moins polluée que les précédentes.

Station n° 4 « Le Fort Espagnol ».

On est frappé par l'équilibre des numérations d'*Escherichia coli,* comprises entre 0 et 600, sauf une de 800 et une de 2 000, celle-ci provenant de la série 15 ayant fourni des résultats très élevés dans toute la rivière. Les dénombrements d'*Escherichia intermedium* sont fréquents mais peu élevés. *Faecalis alcaligenes* a, assez curieusement, été trouvé deux fois. Les Streptocoques fécaux ont été dénombrés trois fois, sur huit analyses.

Composition du résultat moyen : Groupe I 475 germes (27,3 p. 100)
Groupe II 700 » (40,2 »)
Groupe III 562 » (32,3 »)

Par rapport à la station précédente de Locqueltas, ces numérations font ressortir :

un abaissement de 58,1 p. 100 du nombre des *Escherichia coli,*
» 41,8 » » autres coliformes,
» 21,7 » » paracolibacilles.

Par suite de sa disparition progressive, *Escherichia coli* ne constitue plus que le quart de la microflore dénombrée. Les numérations équilibrées de cette station traduisent bien son état sanitaire moyen, dû à sa position géographique au milieu de la rivière, à peu près à égale distance de l'amont et de l'aval.

Station n° 5 « Le Harnic ».

Sur les seizes analyses, neuf se sont révélées négatives. On note trois numérations faibles en *Escherichia coli,* et une numération plus forte (800) provenant de la série 15, exceptionnellement mauvaise. La série 8 a fourni un nombre élevé d'*Escherichia intermedium* et de *Hafnia.* Les recherches de streptocoques fécaux se sont toujours révélées négatives. La flore est donc pauvre, tant du point de vue numérique que des variétés rencontrées.

Composition du résultat moyen : Groupe I 100 germes (12,3 p. 100)
Groupe II 412 » (50,7 »)
Groupe III 300 » (36,9 »)

Par rapport à la station précédente du Fort Espagnol, ces numérations font ressortir :

un abaissement de 78,9 p. 100 du nombre des *Escherichia coli,*
» 41,1 » » autres coliformes,
» 46,6 » » paracolibacilles.

On constate donc une chute considérable des *Escherichia coli* qui ne forment plus qu'un très faible pourcentage de la flore. Les représentants des groupes II et III disparaissent également, mais en moindre proportion, notamment le groupe II des « autres coliformes » qui contient la moitié des germes dénombrés.

Malgré la présence occasionnelle d'*Escherichia coli*, d'*Escherichia intermedium* et de *Hafnia*, cette station doit être considérée comme salubre, avec possibilité, toutefois, de rares et faibles contaminations.

Station de référence n° 6 « Le Rolay ».

Sur les huit analyses réalisées, une seule s'est révélée positive avec 200 *Aerobacter aerogenes* (série 5).

On peut donc observer :

a) des différences sensibles dans l'abaissement de chaque groupe de germes d'une station à l'autre, d'amont en aval ; le tableau 5 résume les pourcentages de coliformes survivants par rapport au dénombrement initial moyen trouvé dans le port d'Auray ;

Stations	1	2	3	4	5	6
Groupe I (*Escherichia coli*)	13,1	7,3	3,9	1,6	0,3	0
Groupe II (*Autres coliformes*)	19,8	17,7	12,2	7,1	4,1	0,2
Groupe III (*Paracolibacilles*)	16,7	8,5	7,5	5,9	3,1	0

TABL. 5. — *Pourcentages de germes survivants, d'amont en aval, par rapport au port d'Auray.*

b) conséquence de cette disparition inégale des microbes, les proportions relatives des trois groupes varient, entraînant une modification de la composition de la flore, d'amont en aval : c'est ainsi qu'en amont on note une prédominance très nette d'*Escherichia coli* et une minorité des membres des autres groupes. Dans les stations centrales, les proportions s'inversent progressivement, *Escherichia coli* devenant moins nombreux, tandis que les autres espèces sont proportionnellement mieux représentées. Enfin, en aval, *Escherichia coli* a presque complètement disparu, le groupe des « autres coliformes » constituant la majorité des bactéries dénombrées.

La figure 2 illustre les variations des proportions relatives des germes, d'amont en aval.

L'abaissement de la colimétrie d'amont en aval, constitue un phénomène constant pour toutes les séries. Par contre, si l'on compare les séries entre elles, on remarque des variations parfois considérables dans la colimétrie des unes et des autres. De même, des prélèvements faits au même endroit, mais à des moments différents fournissent des résultats totalement dissemblables.

C'est ainsi, par exemple, que les séries 3 , 4 et 14 ont donné des résultats satisfaisants dans les stations d'amont dont la profonde pollution ne fait cependant aucun doute : dans la série 4, effectuée à pleine mer d'une marée de coefficient 75 le 11-VII-1959 , on a dénombré seulement 400 *Escherichia coli* au Plessis, station dont le dénombrement moyen pour ce germe est de 3 768 et qui comporte des numérations maximales de 6 000 , 8 000 et même 20 000 *Escherichia coli* au litre.

Inversement, on constate parfois des résultats assez élevés dans les stations à faible ou très faible contamination. C'est ainsi qu'un résultat de 2 000 *Escherichia coli* a été constaté au Fort Espagnol (série 15), alors que la moyenne pour cette station n'est que de 475 . La même série a fourni 800 *Escherichia coli* au Harnic, station très salubre puisque la moyenne n'est que de 100 , et qui comporte douze résultats négatifs, pour cette espèce, sur seize analyses.

Il est évident que l'existence de telles séries à numérations anormalement faibles ou élevées, et les variations importantes observées dans la colimétrie pour des points ou des conditions de prélèvements identiques, sont a priori déroutantes pour l'hygiéniste, et peuvent même conduire à des erreurs graves dans une étude sanitaire.

Qu'il s'agisse de la disparition des microbes, ou des variations de la colimétrie, ces faits montrent bien la complexité du milieu, et les nombreux facteurs qui interviennent dans la salubrité de ces eaux fluvio-marines d'estuaire, en influant sur la répartition des germes, leur survie, ou leur disparition.

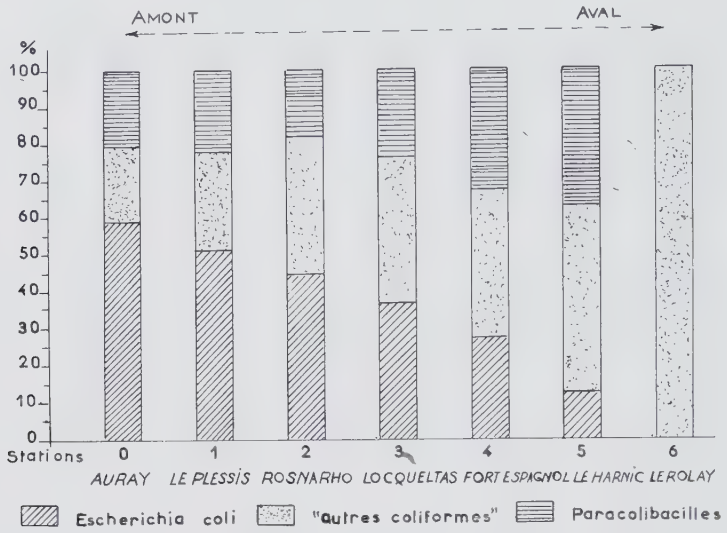

FIG. 2. — *Variations observées dans la composition de la flore microbienne de l'eau en rivière d'Auray, d'amont en aval.*

Quels sont ces éléments, quelle est leur importance et leur responsabilité dans les phénomènes ci-dessus, c'est ce que nous nous proposons d'examiner dans le paragraphe suivant.

3° *Facteurs qui influent sur la colimétrie de l'eau.*

Nous aidant des déterminations physiques et chimiques effectuées, et nous rapportant aux circonstances des prélèvements, nous avons recherché les influences possibles des éléments suivants :

A) Facteurs physiques,

a) la marée, *b*) la distance parcourue et la durée d'immersion des germes, *c*) les circonstances atmosphériques, *d*) les matières limoneuses en suspension, *e*) la température.

B) Facteurs chimiques,

a) l'oxygène dissous, *b*) les matières organiques, *c*) la salinité, *d*) le pH.

A) Facteurs physiques.

a) *La marée.*

Deux éléments sont à considérer : l'heure de la marée (ou niveau), et son coefficient (ou amplitude).

Heure de la marée. Afin de rendre nos résultats comparables, nous avons, dans la mesure du possible, réalisé nos prélèvements à mi-jusant, à basse-mer, à mi-flot, et à pleine-mer.

Prélèvements effectués au cours du jusant.

Ils ont fourni, dans l'ensemble, des résultats élevés (tabl. 6). Qu'il s'agisse d'*Escherichia coli* ou des autres coliformes, on trouve ces organismes en nombre important, et comparable, jusqu'à hauteur du Fort Espagnol. Ils ont disparu au Harnic, où ne sont décelés, en très petit nombre, que les paracolibacilles.

Prélèvements effectués à basse-mer.

Ils correspondent aux plus fortes numérations enregistrées, tant du point de vue de la densité microbienne générale (tabl. 6), qu'en ce qui concerne *Escherichia coli*. Ce dernier, particulièrement abondant dans les stations du Plessis et de Rosnarho est trouvé, malgré un coefficient d'abaissement considérable, jusqu'en aval.

Prélèvements effectués au cours du flot.

Ces prélèvements ont fourni des résultats moyens : aussi bien pour la numération microbienne, qu'en ce qui concerne la répartition de chacun des trois groupes (tabl. 6).

L'aspect des dénombrements de ces prélèvements, traduit bien le brassage des eaux de rivière, rencontrant les eaux venant de l'Océan, les premières apportant les contaminations qui sont reprises, diluées et finalement repoussées en amont, par les secondes.

Prélèvements effectués à pleine-mer.

Parmi ces prélèvements, la série n° 8 qui a donné des numérations exceptionnellement élevées en coliformes des groupes II et III, influe fâcheusement sur la moyenne obtenue. (Si on éliminait cette série, on obtiendrait une moyenne qui ferait apparaître ces résultats comme étant les meilleurs) (tabl. 6).

Stations	Nombre de germes des trois groupes			
	jusant	basse-mer	flot	pleine-mer
1	5 750	13 500	4 250	5 775
2	3 450	8 500	2 475	4 250
3	875	5 500	2 550	3 299
4	600	1 650	1 050	3 650
5	150	300	300	2 500

Tabl. 6. — *Moyenne des résultats des quatre séries de prélèvements effectuées, au jusant, à basse-mer, au flot, à pleine-mer.*

En résumé, on constate que les prélèvements effectués au jusant et à basse-mer donnent les résultats les plus élevés. Cela est dû, d'une part, au sens du courant qui dirige les eaux polluées de l'amont vers l'aval, et au volume d'eau en déplacement qui s'amoindrit progressivement au cours des six heures de jusant, ce qui a pour conséquence, une concentration de la flore. Quant aux prélèvements effectués au flot et à pleine-mer, ils fournissent (exception faite de la série 8 qui au demeurant, est pauvre en *Escherichia coli*) des résultats moyens ou faibles pour les motifs inverses : les eaux océaniques repoussent en amont les eaux polluées de la rivière non sans un brassage intense qu'illustrent les dénombrements moyens des prélèvements opérés à mi-flot.

Coefficient de marée. L'influence de l'amplitude de la marée n'apparaît pas aussi clairement que celle du niveau, et on relève indifféremment de bonnes et mauvaises séries pour les diverses amplitudes de marées considérées.

Du point de vue qui nous intéresse, on peut distinguer grossièrement :

les petites et moyennes marées, dont le coefficient est inférieur à 80 ;

les fortes marées dont le coefficient est supérieur à 80 et pour lesquelles l'apport d'eaux océaniques en rivière, est évidemment beaucoup plus important.

Les tableaux 7 et 8 résument les dénombrements de germes totaux obtenus au cours des prélèvements de petites et moyennes marées, et au cours des fortes marées.

Bien que les différences ne soient pas très marquées on observe cependant que les prélèvements de jusant, de basse-mer et de flot donnent à de rares exceptions près, des numérations moins élevées pour les marées de petit et moyen coefficient que pour les marées de fort coefficient. Il

en irait de même des prélèvements de pleine-mer, n'était la série 8 qui a révélé de fortes numérations. A cette exception près, on constate donc, contrairement à une opinion généralement admise, que les prélèvements faits par petite ou moyenne marée sont d'une façon générale, moins pollués que ceux effectués au cours de fortes marées, alors que les apports d'eaux océaniques pures sont cependant plus importants.

Marée		Série	Stations				
Coeff.	Niveau		1	2	3	4	5
50	Jusant	11	4 000	1 800	400	600	0
79		13	6 000	3 000	600	400	0
70	Basse-mer	2	8 000	8 000	2 000	400	0
80		5	14 000	10 000	2 000	400	0
55	Flot	3	1 000	900	400	400	200
66		9	8 000	4 000	3 000	1 000	400
75	Pleine-mer	4	2 600	400	0	0	0
50		8	16 000	15 000	12 000	14 600	10 000

TABL. 7. — *Résultats des prélèvements effectués par petites et moyennes marées (nombre total de germes).*

Marée		Série	Stations				
Coeff.	Niveau		1	2	3	4	5
84	Jusant	1	9 000	7 000	1 500	1 000	600
108		7	4 000	2 000	1 000	400	0
94	Basse-mer	10	4 000	4 000	5 000	800	200
90		15	28 000	12 000	13 000	5 000	1 000
107	Flot	6	3 000	2 000	1 800	800	0
81		16	5 000	3 000	5 000	2 000	600
102	Pleine-mer	12	2 000	600	800	0	0
94		14	2 500	1 000	400	0	0

TABL. 8. — *Résultats des prélèvements effectués par marées de fort coefficient (nombre total de germes).*

Nous avons eu fréquemment l'occasion de vérifier ce phénomène qui n'est surprenant qu'en apparence ; l'explication en est simple :

par petites marées, la translation des masses d'eau est modérée, et relativement lente, ce qui autorise une certaine sédimentation ;

par fortes marées, le brassage des fonds par les apports puissants des masses d'eaux océaniques, non seulement interdit toute sédimentation, mais contribue à remettre en suspension les bactéries sédimentaires. A cette action s'ajoute le lessivage des parties hautes du littoral, non atteintes habituellement par le flot des petites et moyennes marées.

b) *La distance parcourue et la durée d'immersion des germes.*

Le port d'Auray constitue incontestablement la principale source de contaminations, mais il serait inexact de dire que tous les germes trouvés au cours de nos prélèvements en proviennent exclusivement, et il faut noter la présence d'apports secondaires, ainsi que nous l'avons déjà mentionné (II[me] partie, I. - Cadre de l'étude). Toutefois, ceux-ci n'ont qu'une portée locale très limitée, ils peuvent être négligés dans une étude d'ensemble.

Ceci dit, que deviennent les coliformes émis en amont de la rivière ? Ils subissent naturellement l'influence du courant dominant qui les entraîne, soit vers l'amont au flot, soit vers l'aval au jusant.

Dans ces conditions, quelle est la distance parcourue par ces microbes et quelle est la durée d'immersion précédant leur disparition ?

L'une et l'autre sont directement influencées par la vitesse du courant, lui-même sous la dépendance de divers facteurs : heure et amplitude de la marée, vents, etc. On conçoit donc qu'il est très difficile d'apprécier cette vitesse essentiellement variable, et subséquemment le temps mis par les micro-organismes pour atteindre l'aval. Il est néanmoins possible d'en avoir une idée assez précise en examinant les résultats des lancers de flotteurs entrepris par le Service de biologie de l'Institut des Pêches maritimes (MARTEIL, 1956), et destinés à apprécier la dispersion des larves d'huîtres. Ils indiquent notamment (fig. 1) :

dans le cas d'une marée de mortes-eaux (coefficient 34), que des flotteurs lancés à pleine-mer au confluent des rivières d'Auray et du Bono, parcourent 2,500 km environ vers l'aval, durant les six heures de jusant ;

dans le cas d'une marée de vives-eaux (coefficient 88), que les flotteurs lancés au même endroit atteignent le Harnic à basse-mer, et parcourent ainsi environ 7 km en six heures de jusant.

Il faut donc admettre que les microbes émis dans le port d'Auray ne sortent pas de la rivière pour atteindre l'Océan et s'y perdre, même par marées de vives-eaux. Exception doit être faite pourtant pour les très fortes marées, et les marées d'équinoxe qui entraînent vers le large un volume important d'eaux fluviales. C'est ainsi qu'au cours de la série 7 , réalisée par marée de coefficient 108, une partie des bactéries a pu être entraînée vers le large. Mais les prélèvements ayant été opérés à mi-jusant, la dispersion n'avait pu encore avoir lieu. Par conséquent, dans les huit séries faites à basse-mer et au jusant, nous sommes sûrs que les coliformes dénombrés provenaient bien de l'amont de la rivière, et que leur disparition est due aux phénomènes que nous allons étudier, et non à leur dispersion dans l'Océan.

Disparition des germes totaux.

Dans leur recherche sur la pollution des eaux marines, par les déversements d'égouts urbains de Saint-Malo, Saint-Servan, et Dinard, JARDIN et YZAMBART (1938) estiment qu'il faut un séjour d'au moins une heure et demie des germes dans les eaux marines, pour que la pollution descende au-dessous de 1 000 bacilles *coli* au litre. ZOBELL (1946), rapportant la rapidité avec laquelle les bactéries coliformes disparaissent du milieu marin, indique à propos du rejet des égouts de Los Angeles, que le nombre des bactéries décroît avec la distance, beaucoup plus rapidement que l'on pourrait s'y attendre, du fait de la seule dilution.

Dans notre étude, on note à la première station du Plessis un très fort abaissement de la densité microbienne, puisque 87 p. 100 des coliformes émis dans le port ont disparu. Par la suite, cet abaissement d'une station à l'autre est moins important, mais s'accroît, cependant, au fur et à mesure que l'on va vers l'aval. Les plus forts pourcentages se remarquent donc au Plessis (87 p. 100) et au Harnic (80 p. 100). Ceci confirme la constatation déjà faite lors de l'étude de la diminution de la teneur microbienne générale portant sur les 16 séries d'analyses, constatation selon laquelle cet abaissement est plus fort dans les régions extrêmes amont et aval, tandis que dans la zone des stations intermédiaires, l'affaiblissement constaté est plus lent. Les pourcentages d'abaissement du taux de la totalité des germes par rapport à la station précédente (séries de jusant et de basse-mer) sont les suivants :

station	1	2	3	4	5
p. 100	87	37,9	46,6	64,7	80

Il semble donc que la disparition des bactéries coliformes s'opère selon les trois phases suivantes :

1° l'émission dans le milieu fluvio-marin est suivie de la disparition très rapide d'une quantité massive de germes ;

2° les survivants diminuent ensuite de façon progressive mais plus lente : tout se passe comme s'ils avaient ou acquéraient une résistance au milieu, tant que celui-ci demeure à peu près stable.

3° leur passage dans la zone pré-océanique, à partir du Fort Espagnol, et surtout du Harnic, détermine leur disparition complète.

Disparition comparée des trois groupes de germes.

Les pourcentages des membres survivants des trois groupes, pour les seules séries de jusant et de basse-mer, sont comparables à ceux obtenus pour l'ensemble des seize séries (tabl. 9) ; et si l'on observe quelques différences, elles sont peu sensibles (tabl. 5).

	Stations				
	1	2	3	4	5
Groupe I	13,9	7,4	3,8	1,39	0,29
Groupe II	13,9	11,1	4,1	2,3	0,14
Groupe III	10,3	6	5,6	0,8	0,5

TABL. 9. — *Pourcentage des germes survivants, par rapport au port d'Auray* (séries de jusant et de basse-mer).

C'est ainsi que les pourcentages concernant *Escherichia coli* sont pratiquement identiques : étant donné leur nombre initial très élevé on remarquera à nouveau leur diminution considérable, proportionnellement plus élevée que celle des autres espèces, diminution due, dans une large mesure, à leur moindre résistance dans ce milieu.

Par contre, les pourcentages des organismes survivants des groupes II (autres coliformes) et III (paracolibacilles) sont moins élevés dans le cas des séries de jusant et de basse-mer, que dans celui du calcul effectué pour toutes les séries. Malgré cela, nous ne pensons pas qu'il s'agisse de microbes d'origine océanique. En effet, nous n'avons trouvé ces germes (*Cloaca* seulement) qu'exceptionnellement dans les eaux océaniques de la station du Rolay, et jamais dans celles de la presqu'île de Quiberon, à Saint-Julien. Dans le cas présent, il s'agit donc de germes sédimentaires originaires de l'amont dont la haute résistance a permis la survivance, et qui ont été remis en suspension au moment du flot. Ils sont d'ailleurs peu nombreux. Et l'on observe, d'une façon générale pour tous les coliformes, une durée de survie très brève sitôt après leur émission dans le milieu, puisque 87 p. 100 d'entre eux disparaissent après un parcours de 1,700 km vers l'aval correspondant à une durée d'immersion de deux heures et 98,5 p. 100 après un parcours d'environ 7 km nécessitant une immersion minimale de six heures.

A ce propos, se pose la question de savoir si ces microbes sont effectivement détruits ou seulement dispersés dans une masse d'eau de plus en plus forte ? On ne saurait affirmer qu'ils sont tués, car, subissant l'influence de la décantation, ils peuvent survivre durant un temps variable dans les vases sédimentaires. Mais, quoiqu'il en soit, on ne peut que constater qu'ils ne se trouvent plus en suspension dans l'eau, donc qu'ils en ont effectivement disparu. Dans les circonstances présentes, l'influence de la dispersion des bactéries au sein d'une masse d'eau de plus en plus forte d'amont en aval ne saurait, certes, être niée. Mais il convient de ne pas en exagérer la portée, puisque c'est précisément dans la partie de la rivière où les volumes d'eau sont les plus comparables, c'est-à-dire entre le port d'Auray et le Plessis, que l'on note le plus fort abaissement microbien. L'influence de la dilution ne saurait donc entrer en ligne de compte pour justifier l'épuration observée.

c) ***Les circonstances atmosphériques.***

Pluie et ensoleillement. Sur dix séries effectuées par beau temps et en l'absence de pluies les jours précédents, six ont donné cependant une colimétrie moyenne ou forte. Inversement, des pluies limitées ou faibles ne constituent que des causes de contamination très localisées, et sont sans incidence notable sur la salubrité de la rivière. Par contre, lorsque les prélèvements sont faits au cours de pluies abondantes ou prolongées, les résultats sont toujours élevés (tabl. 10).

Nous n'avons pas relevé d'analogie entre l'ensoleillement et une moindre pollution. C'est qu'il s'agit ici d'un milieu perturbé où l'influence germicide du rayonnement ultra-violet, relativement faible, passe inaperçue. BRISOU (1955) estime d'ailleurs « très secondaire », le rôle des radiations solaires.

Vents. Dans le cas présent, où l'on a affaire à une masse d'eau canalisée et abritée jusqu'au Fort Espagnol, la direction des vents semble n'avoir aucune influence sur la colimétrie. Par contre, la force du vent, en provoquant l'agitation de l'eau (clapotis ou vagues), contribue à la remise en suspension des organismes sédimentaires, et constitue donc un élément d'aggravation de la colimétrie.

	Nombre de séries	Nombre de séries ayant donné une densité microbienne générale		
		faible	moyenne	forte
Absence de pluies	10	4	2	4
Pluies modérées	3	1	2	
Pluies abondantes	3			3

TABL. 10. — *Influence des chutes de pluie sur la teneur microbienne.*

d) ***Les matières limoneuses en suspension.***

Divers auteurs ont insisté sur l'influence épuratrice de la décantation. DIENERT (1921) assure : « les matières décantées entraînent par une sorte de phénomène de collage les microbes qui sont agglutinés à elles ». HINARD (1931)) indique qu'une eau de mer renfermant 500 bacilles *coli* au litre n'en possède plus que 0 à 20, après cinq jours de décantation. LAMBERT (1936) préconise la décantation des eaux de mer limoneuses, dans des réserves, préalablement à l'alimentation des dégorgeoirs ostréicoles.

En rivière, milieu turbulent, il est évident quela décantation est plus longue à se manifester qu'en milieu calme, et se trouve « étalée » tout au long du parcours, les fragments les plus volumineux se décantant les premiers. Il est aisé de voir, à marée basse, qu'une sédimentation considérable s'opère entre le port d'Auray et Le Plessis, les rives du chenal étant constituées d'un épais sédiment de vase molle et putride.

Bien que l'on note parfois des séries à pollution élevée en l'absence de limon ou pour des quantités modérées (séries 2 , 5 et 9), la présence de matières limoneuses en forte proportion, et se localisant dans les stations d'amont, est évidemment à rapprocher des colimétries élevées, trouvées dans ces stations. Il n'est pas douteux que ces particules limoneuses fournissent un support et un véhicule provisoire à nombre de bactéries, lorsque, sous l'influence des fortes marées, des courants ou des vents violents, les vases sédimentaires et les germes qui leur sont associés sont remis en suspension. Par mer agitée, on obtient des numérations plus élevées que par mer calme. Inversement, les eaux calmes ne sont pas nécessairement non polluées, mais il en est ainsi dans la plupart des cas : une seule série, sur neuf effectuées par mer calme, a donné une numération élevée (tabl. 11).

	Nombre de séries	Nombre de séries ayant donné une densité microbienne générale		
		faible	moyenne	forte
Mer calme	9	4	4	1
Mer calme en amont, agitée en aval	2			2
Mer agitée	5	1		4

TABL. 11. — *Influence de l'agitation de la mer sur la teneur microbienne.*

Ces résultats confirment donc l'influence des matières limoneuses en suspension dans l'eau de mer, influence qui se traduit, soit par une diminution du nombre de coliformes (décantation), soit au contraire, par une aggravation de la colimétrie, lors de la remise en suspension de ces germes.

e) *La température de l'eau.*

Les températures de l'eau les plus basses ont été enregistrées en janvier et février (4° et 5°), et les plus hautes en juillet (22° 5). Les écarts constatés entre l'amont et l'aval, généralement faibles, n'excèdent pas 3°.

De mars à octobre, les températures sont plus élevées en amont qu'en aval (eaux fluviales plus chaudes que les eaux océaniques) ; de novembre à février les températures sont moins élevées en amont qu'en aval (eaux fluviales moins chaudes que les eaux océaniques).

D'une façon générale, une température élevée est un élément favorable à la survie et même à la prolifération des bactéries. Or, dans le cas présent, on ne constate pas de numérations plus fortes, ou même une disparition plus lente des coliformes au cours des séries à température élevée ; et l'on pourrait croire que la température est, dans les limites observées, sans influence sur l'évolution de la teneur microbienne. Toutefois, il est plus vraisemblable de penser que l'influence favorisante de la température s'est trouvée neutralisée par d'autres facteurs plus puissants, au point de passer tout à fait inaperçue.

B) Facteurs chimiques.

a) *L'oxygène dissous.*

L'influence de l'oxygène dissous dans les processus d'épuration a été invoquée à diverses reprises. Dienert (1921) pense que l'oxydation favorise l'action microbienne des aérobies qui, en minéralisant la matière organique, rend le milieu moins propice aux germes pathogènes. Son emploi pratique sous forme d'une intense suraération de l'eau a été préconisé pour l'épuration des eaux de mer souillées (principe Gineste). Violle (1929), puis Salmon, Le Gall et Loir (1937) proposèrent dans le même but l'utilisation des propriétés oxydantes et microbicides de l'ozone. Buttiaux (1953) constate une certaine inhibition de : *Salmonella typhi murium* dans l'eau de mer soumise à un barbottage d'oxygène.

Séries	Marée		Stations						
	Niveau	Coeff.	0	1	2	3	4	5	6
1	Jusant	84	68	79,8	79,4	90.6	87.7	89	93.8
2	Basse-mer	70	—	77,2	72,4	78,2	77,5	79,2	—
3	Flot	55	—	73,8	75,6	78.9	79.5	84,9	—
4	Pleine-mer	75	—	91	92	96,2	96,2	96,1	—
5	Basse-mer	80	63,7	74,7	75,1	82,5	87.6	92	94
6	Flot	107	—	76,5	79,6	84,5	85.8	87,6	—
7	Jusant	108	—	83,3	87.5	91,2	96	96,9	—
8	Pleine-mer	50	—	79,3	90	88,5	88,5	91,2	—
9	Flot	66	59,8	79,3	83,7	85,6	85.8	87,5	91,2
10	Basse-mer	94	—	63,4	65,1	71,8	82,7	89,7	—
11	Jusant	50	—	77,4	84,2	83,3	86,5	89,3	—
12	Pleine-mer	102	75	87	86.5	90,1	91,1	93,1	95,6
13	Jusant	79	59,6	71,2	74,2	78,9	84.4	90.6	95,1
14	Pleine-mer	94	70,5	87,3	89,6	94,1	96,5	97,8	98
15	Basse-mer	90	50,2	61,3	68,4	69,7	74,6	82,1	88,1
16	Flot	81	65,1	73,9	79,4	82,6	85,1	88,4	91,7

Tabl. 12. — *Pourcentages de saturation d'oxygène dissous.*

Dans l'étude actuelle, la quantité d'oxygène dissous a été exprimée dans les relevés récapitulatifs d'analyses en millilitres par litre. Mais on sait que cette quantité varie en fonction de la température et de la chloruration, toutes conditions égales, par ailleurs. Aussi, préfère-t-on parfois

l'exprimer par le rapport de la quantité trouvée, à la quantité maximale que pourrait dissoudre un litre de l'eau analysée, dans les conditions de température et de chloruration observées (pourcentages de saturation). Afin de rendre les résultats aisément comparables, nous avons calculé, à l'aide des tables de Fox (1907), les pourcentages de saturation d'oxygène dissous de tous les échantillons d'eau (tabl. 12).

A l'exception des prélèvements effectués dans le port même, les pourcentages trouvés sont élevés, approchant parfois de la saturation dans les stations aval du Harnic et du Rolay. Ces teneurs importantes d'oxygène dissous s'expliquent par le brassage continuel de la couche d'eau superficielle par le vent, le clapotis, les courants, et aussi par la flore abondante (algues du substrat, phytoplancton). De même, à mesure qu'il y a dans l'eau moins de matières organiques mortes, dont l'action est naturellement réductrice et en tous cas dont la destruction fixe de l'oxygène, il peut y avoir davantage d'oxygène dissous.

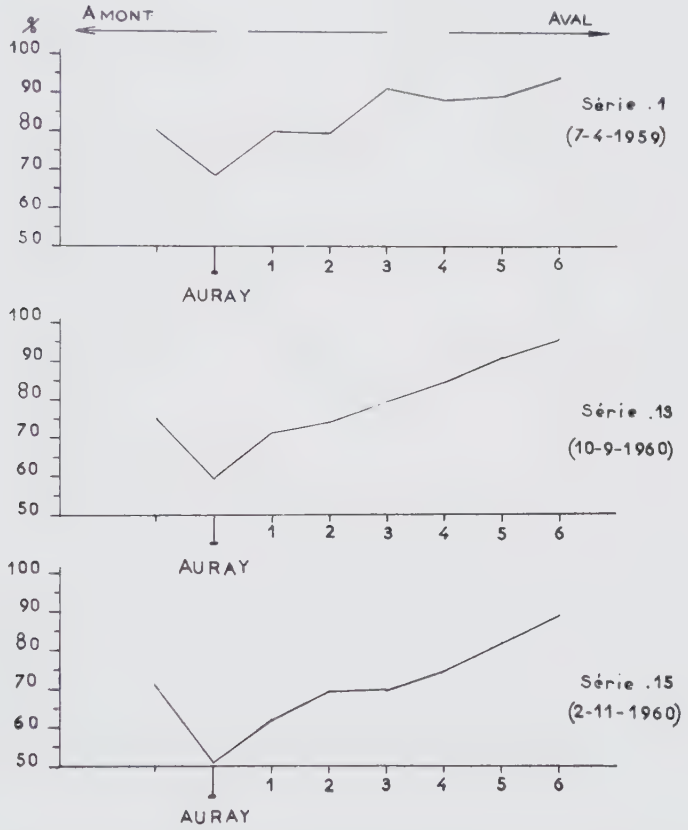

Fig. 3. — *Abaissement du pourcentage de saturation de l'oxygène dissous, à hauteur du port d'Auray.* (Pour les trois séries de dosages d'O_2 dissous, une station de référence a été effectuée en amont du port d'Auray).

Nous avons pu vérifier que les teneurs en oxygène dissous, en amont du port d'Auray, sont également plus élevées que dans le port même, où elles ont toujours été trouvées les plus basses. Il est certain qu'à cet endroit, hautement pollué, les matières organiques, et le peuplement microbien considérable, sont les consommateurs les plus importants de l'oxygène dissous (fig. 3).

Par la suite, les teneurs élevées en oxygène dissous se rétablissent très vite, tandis que diminue la densité microbienne. On ne peut évidemment établir une relation constante entre la teneur

en oxygène dissous et la pollution en aérobies, mais il est certain que les concentrations élevées d'oxygène dissous, constituent par leur action microbicide, un des éléments essentiels de la disparition des germes.

b) ***Les matières organiques.***

On sait que les matières organiques qui accompagnent les pollutions d'égouts fournissent aux microbes un matériel de survie indispensable. ARLOING et DUFOUR (1931) montrèrent que l'appauvrissement nutritif du milieu constituait un des facteurs intervenant dans l'auto-épuration des eaux du Rhône.

Les résultats de nos dosages font apparaître des variations importantes d'une série à l'autre. Si de fortes teneurs de matières organiques correspondent souvent à des pollutions élevées (séries 1 , 8 et 15 notamment), leur présence n'a pas pour seule cause l'apport de l'égout mais dépend aussi de facteurs divers tels : la densité du zooplancton et du phytoplancton, les débris d'animaux ou végétaux morts, les débris néritiques ou terrigènes superficiels remis en suspension par le mauvais temps etc. C'est pourquoi DIENERT (1921) estime que la recherche des matières organiques dans l'eau de mer est sans intérêt du point de vue de l'hygiène, les mesures pouvant être faussées par l'abondance du plancton.

Il serait donc périlleux d'établir une corrélation entre la teneur en matières organiques et la densité microbienne. C'est ainsi que certains prélèvements ont donné une colimétrie élevée pour de faibles teneurs organiques : série 2 (stations 1 et 2), série 9 (station 1). D'autres ont donné une faible densité microbienne pour des teneurs organiques élevées : série 4 (station 1).

Dans le cas d'un estuaire, plusieurs mesures sont donc nécessaires pour préciser éventuellement la part due aux apports de l'égout. Par contre, et ceci dans tous les cas, on note une diminution parallèle de la population microbienne et de la teneur organique, d'amont en aval. Cela confirme donc l'importance du matériel organique pour la survie des coliformes, la diminution de l'un entraînant la disparition des autres.

c) ***La salinité.***

PIECHAUD (1923) rapporte dans son étude de « l'influence du chlorure de sodium sur la culture de quelques agents microbiens pathogènes pour l'homme », l'opinion de FABRE-DOMERGUE et LEGENDRE selon laquelle des eaux de densité 1005 à 1010 permettent la croissance du colibacille, mais que celle-ci devient difficile pour des densités supérieures. Ses essais d'ensemencement de divers microbes, et du colibacille notamment, sur des milieux différemment chlorurés, l'autorisent à conclure qu'ils se développent difficilement sur des milieux contenant 60 à 70 g p. 1 000 de chlorure de sodium, et ne se développent pas sur des milieux contenant 100 g p. 1 000 de ce sel. TATTEVIN (1927) constate, de son côté, un arrêt du développement du colibacille en milieu salé à 50 g p. 1 000 .

Au cours des seize séries d'analyses, des chlorurations très différentes (de 0,9 g à 20,7 g de chlore par litre), furent observées. Ces variations se remarquent pour des séries différentes, mais aussi pour chaque série, les eaux les plus salées se trouvant naturellement dans les stations aval de la rivière. Elles sont sous la dépendance :

de la marée (heure et amplitude) ; les marées de vives - eaux notamment, apportent un volume d'eaux océaniques important, remontant en amont et repoussant les eaux douces ;

du volume des eaux fluviales, celui-ci étant naturellement plus important en période d'hiver ou de crues, qu'en période d'étiage.

D'une façon générale, on constate :

pour chaque série, un abaissement de la colimétrie en même temps qu'une élévation de la salinité.

que les séries à salinité élevée, sont généralement des séries à densité microbienne faible.

Mais des exceptions se remarquent ; c'est ainsi qu'on peut observer :

des colimétries élevées pour de fortes salinités (série 5 . stations 1 et 2) ;

des colimétries relativement faibles pour des salinités basses (série 2).

Malgré ces exceptions, il apparaît qu'aux hautes salinités correspondent, dans la majorité des cas, de faibles teneurs en bactéries. Mais y a-t-il relation de cause à effet, et peut-on dire que la teneur en sel du milieu a une influence directe sur la densité microbienne ? Examinons, pour cela, plus en détails les séries ayant montré des salinités différentes.

a) Parmi les séries à chloruration élevée, c'est-à-dire normale en amont, forte en aval (cas des séries 3 , 4 , 5 , 6 , 7 et 12), seule la série 5 a fourni des résultats bactériologiques élevés ; c'est aussi celle pour laquelle les salinités sont les plus fortes. Toutefois, on ne remarque pas pour autant un abaissement inhabituel des microbes ; celui-ci est, au contraire, faible, et même nul pour *Escherichia coli* entre les stations du Plessis et de Rosnarho.

b) Parmi les séries à salinités moyennes (1 , 13 et 14), les séries 13 et 14 ont donné des densités microbiennes moyennes.

La série 1 est celle dont la teneur en coliformes est la plus élevée. Or, bien que sa pollution soit, à l'origine, plus forte que celle de la série 5 ci-dessus, à haute salinité, on constate que l'abaissement de la colimétrie est beaucoup plus important. Mais il faut noter que la salinité, basse dans le port (8,2 g) s'élève rapidement (12,4 g au Plessis), pour devenir moyenne à Locqueltas (16,4 g), alors que les salinités de la série 5, déjà très hautes au départ, ne subissaient par la suite qu'un faible accroissement.

c) Parmi les séries à basses salinités, il y a lieu de distinguer :

les séries 2 , 9 , 10 et 11 qui ont des chlorurations très basses en amont, mais s'élevant rapidement pour atteindre au Fort Espagnol ou même avant, des valeurs moyennes : 14,6 g, 14,5 g, 12,7 g, 11,2 g ; parallèlement, on note une diminution importante de la pollution à ce niveau, même lorsqu'elle était trouvée forte à l'origine : cas des séries 2 et 9 ;

par contre, les trois autres séries : 8 , 15 et 16 dont les basses salinités se maintiennent loin et se manifestent encore au Fort Espagnol : 7,2 g , 8 g et 9,4 g , maintiennent également une densité microbienne assez élevée jusqu'à ce lieu.

On remarque donc, compte tenu de la première disparition massive des organismes sitôt leur émission, une certaine accoutumance au milieu, qui se manifeste de façon plus sensible :

lorsque les salinités restent peu élevées ;

lorsque, bien que dans une moindre mesure, les microbes sont émis dans un milieu très chloruré mais dont la chloruration reste presque identique d'amont en aval.

Au contraire, lorsqu'ils sont émis dans un milieu faiblement chloruré, mais dont la salinité augmente rapidement, leur disparition est sensiblement plus rapide.

En fait, la disparition des coliformes semble due, moins à l'influence germicide directe du chlorure de sodium, qu'aux passages successifs dans des milieux dont les conditions biologiques sont différentes, et dont la salinité constitue la manifestation la plus aisément appréciable.

d) *Le pH.*

Le pH de l'eau de mer est légèrement alcalin et varie de 7,5 à 8,5 . Il dépasse rarement la valeur de 8,2 sur les côtes, et le pH habituellement relevé pour les eaux ostréicoles est 8 . Inférieur, il indique des apports d'eaux douces (cours d'eau ou amont des rivières).

Dans nos prélèvements, il fut toujours trouvé moindre en amont qu'en aval, se stabilisant à hauteur du Fort Espagnol. Il est étroitement lié à la teneur en chlorures, les eaux saumâtres correspondant à un pH faible. les eaux océaniques salées correspondant à un pH normal. La figure 4 établie pour les stations du Plessis et du Fort Espagnol, illustre le parallélisme de ces deux mesures.

S'ils sont révélateurs d'apports d'eaux douces, les pH faibles ne peuvent avoir d'action directe sur la vie des bactéries coliformes, dont on connaît la tolérance à des pH d'alcalinité ou d'acidité plus élevés que ceux observés. Leur mesure donne, par contre, une indication des plus intéressantes sur la qualité « marine » de l'eau examinée, et par conséquent, sur sa qualité hygiénique.

4° *Pouvoir auto-épurateur des eaux fluvio-marines.*

L'étude de la disparition des germes d'amont en aval, particulièrement au cours des séries de jusant et de basse-mer a permis de constater la brièveté de leur présence en ce milieu, puisqu'après un parcours de 1,700 km et une durée d'immersion de deux heures, 87 p. 100 d'entre eux ont disparu.

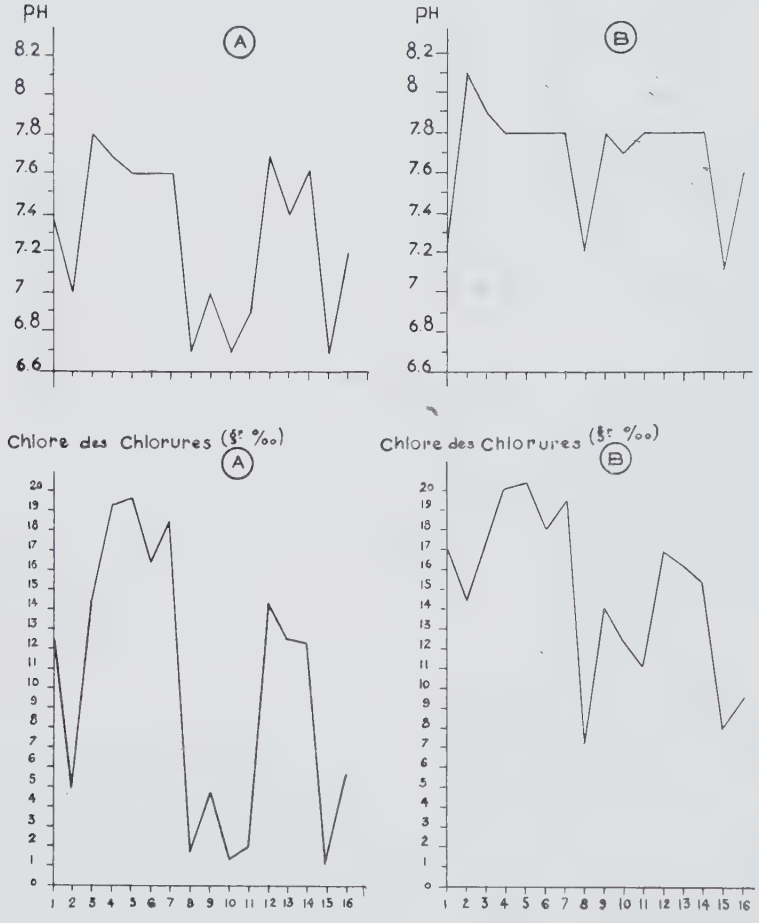

FIG. 4. — *Parallélisme des courbes de pH et de chloruration aux stations du Plessis* (A) *et du Fort Espagnol* (B) *pour les* 16 *séries d'analyses.*

A faible distance du point d'émission, le milieu subit donc une épuration considérable. Cette épuration spontanée de l'eau a été étudiée en diverses circonstances par de nombreux auteurs qui ont insisté sur la disparition massive des microbes dans l'eau de mer. Les expériences de GIAXA (1889) montrèrent la disparition des germes entériques dans la baie de Naples : à 3 km du rivage, le nombre des bactéries n'était plus que de 10 000 par ml , alors qu'il était de 26 000 à 350 m du rivage et de 100 000 dans le port. TEISSONNIÈRE (1928), étudiant les eaux de la rade de Marseille, les estime profondément souillées jusqu'à 300 m du rivage (de 1 000 à 10 000 colibacilles au litre), avec présence à peu près constante de germes putrides et de l'entérocoque. La colimétrie tombe à 300 - 500 colibacilles à 1 200 - 1 500 m du rivage ; au centre de la rade, elle est, en moyenne, de 200 colibacilles et aux environs de Pomègue, elle n'est plus que de 20 colibacilles au litre.

ZOBELL (1936) montre que la quasi-totalité des bactéries d'égout (99 p. 100) sont détruites après deux jours de suspension dans l'eau de mer ; quelques rares organismes résistent plus longtemps.

D'autres auteurs, Beard et Meadowcroft (1935), Krassilnikov (1938) établirent, avec des variantes dues aux conditions d'expérience différentes, la disparition plus ou moins rapide d'*Escherichia coli* ou des autres entérobactéries dans l'eau de mer naturelle. Les expériences de Violle, Raynaud et Prudhomme (1942), réalisées en eau de mer stérile, permirent d'affirmer la disparition lente et irrégulière du bacille *coli* dans ce milieu : 80 jours sont nécessaires, pour que la concentration initiale de 40 millions de germes au litre, descende à moins de 100 au litre. En ce qui concerne le bacille typhique, sa disparition est plus rapide puisqu'un abaissement analogue est obtenu en quinze jours.

Plus récemment, Brisou (1952), souligne la rapidité de l'auto-épuration : des analyses faites en rade de Toulon lui permirent de constater pour des prélèvements de surface, une colimétrie de 1 500 germes au litre à 50 m du rivage, de 100 à 200 m , de 10 à 500 m et de zéro à 1 800 m .

A la même époque, Heim de Balzac et ses collaborateurs (1952) montrèrent le pouvoir antibiotique de l'eau de mer. Par contre, Buttiaux (1953), à la suite d'expérience « in vitro » sur la survie des *Salmonella* dans l'eau de la Mer du Nord, estime qu'on ne peut la considérer comme germicide vis-à-vis des microbes étudiés par lui : *Salmonella typhi, Salmonella paratyphi B* et *Salmonella enteritidis*. En effet, le nombre de germes diminue seulement de 50 p. 100 après 44 heures de contact. Gevaudan et coll. (1957), dans une série d'expériences comparatives sur la survie de *Salmonella typhi* et d'*Escherichia coli* dans une eau de mer naturelle, une eau de mer naturelle filtrée, et une eau de mer filtrée et stérilisée, concluent à l'action défavorable de ce milieu vis-à-vis des bactéries étudiées. Ces mêmes auteurs constatent (1958), à la suite de nouvelles expériences réalisées en aquarium que, pour une pollution initiale de 10 000 *Escherichia coli*, seuls subsistent 1/10 des germes après 24 h d'immersion et 1/500 après trois jours, le petit nombre d'organismes survivants pouvant végéter trois semaines ou plus. Des conclusions similaires apparaissent pour les eaux moins polluées, ainsi que pour les autres bactéries coliformes. Enfin, Johannesson et Martin (1957) observent également que *Escherichia coli* résiste mal à l'eau de mer, ce fait résultant d'influences inhibitrices variées : chlorure de sodium, action bactéricide, etc.

Peut-on parler d'un « pouvoir auto-épurateur » de l'eau de mer et à quoi est-il dû ? La plupart des auteurs qui se sont penchés sur cette question ont, tour à tour, invoqué : une action bactériophagique, celle de la sédimentation, celle de la dilution, le pouvoir lytique d'une substance spécifiquement marine (substance dont la nature n'a cependant jamais été élucidée), la concurrence des espèces marines, l'influence du peuplement planctonique abondant de l'eau de mer, etc.

L'un des facteurs le plus fréquemment mis en cause est l'existence d'un facteur lytique. Cet agent a, d'ailleurs été rendu également responsable de l'épuration des eaux fluviales. Arloing et Dufour (1929) estimèrent, au cours d'expériences sur l'auto-épuration colibacillaire des eaux du Rhône à Lyon, qu'elle dépend « en premier lieu de la concurrence vitale, en second lieu de l'action d'un principe lytique, en troisième lieu, de l'appauvrissement du milieu ». Enfin, un facteur d'épuration également mis en avant est l'action antiseptique du sel marin. Piechaud (1923) et Tattevin (1927) montrèrent l'action bactériostatique des milieux de culture fortement chlorurés, sur le développement du bacille *coli*.

Quoiqu'il en soit, on ne saurait nier que le milieu fluvio-marin tout au moins, est puissamment défavorable à ces bactéries puisque 87 p. 100 d'entre elles, émises dans le port d'Auray ne sont plus retrouvées après un parcours de 1,700 km correspondant à une durée d'immersion d'environ deux heures.

Dans ce cas, il ne s'agissait pas d'eaux « marines », non plus que d'eaux « fluviales », mais d'eaux d'estuaire, mélange en proportions variables des deux. Nous avons vu que la disparition des bactéries coliformes n'était pas plus rapide en eaux fortement chlorurées qu'en eaux saumâtres. En fait, la diminution de la densité microbienne semble indépendante de la qualité « marine » de l'eau.

Quelles sont alors les causes de cet abaissement considérable des germes ?

Nous pensons que la première d'entre elles est la sédimentation considérable qui s'effectue en amont du parcours. Cette décantation des matières organiques ou inorganiques a pour effet d'une part l'entraînement mécanique des bactéries sur le fond, et d'autre part l'appauvrissement du milieu en matériel nutritif.

Un second élément défavorable, auquel on n'a peut-être pas accordé jusqu'ici l'importance que selon nous il mérite, est la teneur en oxygène dissous. Nous avons vu que ces eaux étaient toujours fortement oxygénées : il est certain qu'une telle oxygénation qui approche parfois de la saturation, constitue un facteur microbicide déterminant. Il nous fut donné à plusieurs reprises de constater que l'élimination des coliformes - il s'agissait d'*Escherichia coli* - était infiniment plus lente dans les marais ou étangs d'eaux saumâtres, où les pourcentages de saturation sont toujours très bas. Cela a été vérifié dans la troisième partie de cette étude, relative aux établissements ostréicoles du littoral.

Enfin, un troisième élément défavorable aux espèces étudiées nous paraît dépendre de la nature même du milieu fluvio - marin d'estuaire, nature essentiellement dynamique, s'opposant à la stabilité biologique des eaux purement fluviales ou franchement océaniques. Une telle stabilité fait ici complètement défaut : en fait, il s'agit d'une zone intermédiaire composée, pourrait-on dire, de « paliers » plus ou moins accusés et variables, réalisant la liaison entre le milieu fluvial et le milieu marin. Or, ces paliers constituent effectivement autant de milieux qui offrent des conditions biochimiques différentes, tant du point de vue des caractéristiques physico-chimiques, que du peuplement planctonique ou de la flore microbienne. Et il n'est pas douteux que ces passages successifs d'un milieu à l'autre sont préjudiciables à la survie de ces bactéries incapables de s'adapter indéfiniment à des conditions de vie de plus en plus précaires, alors qu'elles eussent subsisté plus longtemps dans un milieu plus stable.

On peut donc considérer que la disparition des coliformes s'effectue selon les trois phases essentielles suivantes :

1re phase : sitôt après leur émission en rivière, on observe une disparition massive des germes, provoquée principalement par la sédimentation rapide qui s'opère dans cette première partie du parcours.

2e phase : les survivants s'accoutument à leur nouvel habitat. La sédimentation est moins sensible. La diminution de la densité microbienne est assurée de façon progressive par l'action oxydante de l'eau riche en oxygène dissous et par les passages successifs aux divers paliers biologiques, qui se succèderont dorénavant, jusqu'à l'aval.

3e phase : un matériel organique de plus en plus pauvre, l'oxygénation toujours agissante, et le dernier passage des germes dans le milieu préocéanique, déterminent la fin des bactéries survivantes.

Quatre facteurs se conjuguent pour assurer les étapes de cette épuration :

1° la sédimentation, qui intervient dès le rejet de l'effluent en rivière, et se poursuit plus lentement ensuite ;

2° l'appauvrissement consécutif du matériel organique indispensable à la survie de ces entérobactéries ;

3° l'action microbicide de l'oxygène dissous ;

4° l'incapacité des coliformes à s'adapter indéfiniment à un milieu dont les caractéristiques biochimiques et microbiologiques varient continuellement.

CHAPITRE II

COLIMÉTRIE DES HUITRES

1° *Densité microbienne générale.*

Comme pour les eaux, on constate un abaissement du nombre de coliformes d'amont en aval. Mais il est plus irrégulier, et particulièrement sensible dans les stations 3 et 5 (tabl. 13).

En raison de l'absence de prélèvements dans le port d'Auray où il n'y a pas d'huîtres, nous

n'avons pu comparer les résultats obtenus dans le cours de la rivière, avec ceux de la station la plus polluée, comme cela a été fait pour les eaux.

Stations	Nombre total moyen de germes	Abaissement par rapport à la station précédente	
		numérique	p. 100
0. Port d'Auray	pas de prélèvement		
1. Le Plessis	21 525	—	—
2. Rosnarho	14 850	6 675	31
3. Locqueltas	5 906	8 944	60,2
4. Le Fort Espagnol	3 834	2 072	35
5. Le Harnic	1 200	2 634	68,7
6. Le Rolay (1)	0	1 200	100

Tabl. 13. — *Abaissement du nombre total moyen de germes, d'amont en aval.*
(1) moyenne calculée sur 8 prélèvements (1 prélèvement d'huîtres et 7 prélèvements de moules).

2° *Espèces rencontrées, proportions relatives et abaissement, d'amont en aval, de la teneur en germes des divers groupes.*

Station n° 1 « Le Plessis ».

Les seize séries ont donné des numérations très élevées. *Escherichia coli* est présent dans toutes. Parmi les autres groupes, *Escherichia intermedium* a été trouvé huit fois, *Citrobacter* trois fois, au cours de séries très polluées. *Cloaca* est rare. *Hafnia* a été dénombré huit fois et *Paracoli coliforme* trois fois. On note la présence de *Proteus* et de *Providencia*.

Composition du résultat moyen : Groupe I 11 981 germes (56,6 p. 100)
Groupe II 4 312 » (20 »)
Groupe III 5 231 » (24,3 »)

Les streptocoques fécaux, trouvés en nombre élevé, huit fois sur les huit analyses, confirment la profonde contamination des huîtres de cette station.

Station n° 2 « Rosnarho ».

Comme précédemment, *Escherichia coli* est présent dans les seize séries, dont certains résultats demeurent très élevés (séries 1, 2 et 5 notamment). Les mêmes espèces que ci-dessus sont rencontrées, un nombre comparable de fois.

Composition du résultat moyen : Groupe I 7 875 germes (53 p. 100)
Groupe II 3 225 » (21,7 »)
Groupe III 3 750 » (25,2 »)

Par rapport à la station du Plessis, ces numérations font ressortir :
un abaissement de : 34,2 p. 100 du nombre des *Escherichia coli*,
» 25,2 » » autres coliformes,
» 28,2 » » paracolibacilles.

Malgré une diminution modérée de la teneur microbienne, cette station reste très contaminée. Les streptocoques fécaux sont, cependant, moins nombreux.

Station n° 3 « Locqueltas ».

Les numérations d'*Escherichia coli*, dénombré quinze fois sur seize analyses, sont nettement moins fortes : une seule atteint 6 000. *Escherichia intermedium* est encore fréquent, mais *Citrobacter* disparaît, tandis que *Cloaca* est toujours rare. *Hafnia* est deux fois moins fréquent qu'à Rosnarho, mais on a dénombré quatre fois *Paracoli coliforme* et une fois *Providencia*.

Composition du résultat moyen :	Groupe I	2 681 germes	(45,3 p. 100)
	Groupe II	1 518 »	(25,7 »)
	Groupe III	1 706 »	(28,8 »)

Par rapport à la station précédente de Rosnarho, ces numérations font ressortir :

un abaissement de :	65,9	p. 100 du nombre des	*Escherichia coli*,
»	52,9	» »	autres coliformes,
»	54,5	» »	paracolibacilles.

On constate donc ici, un abaissement très important de toutes les espèces, et notamment d'*Escherichia coli*, leurs proportions relatives, se modifiant en conséquence. Les streptocoques fécaux ont été trouvés six fois sur huit analyses, mais, seules trois numérations atteignent 3 000 germes au litre.

Station n° 4 « Le Fort Espagnol ».

Escherichia coli, trouvé quinze fois et *Escherichia intermedium*, neuf fois, restent les germes les plus fréquents, mais les numérations sont faibles en général (aucune ne dépasse 3 000). Les autres espèces : *Citrobacter*, *Cloaca*, *Paracoli coliforme* et *Hafnia* sont rares.

Composition du résultat moyen :	Groupe I	1 556 germes	(40,5 p. 100)
	Groupe II	1 153 »	(30 »)
	Groupe III	1 125 »	(29,3 »)

Par rapport à la station précédente de Locqueltas, ces numérations font ressortir :

un abaissement de :	41,9	p. 100 du nombre des	*Escherichia coli*,
»	24	» »	autres coliformes,
»	34	» »	paracolibacilles.

La diminution du nombre de microbes est moins sensible qu'à Locqueltas, et l'on n'observe que de faibles modifications dans la composition de la microflore. On notera, cependant, le fléchissement du nombre des *Escherichia coli* et la légère augmentation du pourcentage des représentants des deux autres groupes.

Les résultats d'analyse de cette station permettent de la considérer comme étant d'une salubrité moyenne.

Station n° 5 « Le Harnic ».

La flore microbienne est relativement pauvre, qualitativement et quantitativement : la moitié des résultats sont négatifs en *Escherichia coli*. Le groupe II des « autres coliformes vrais » est surtout représenté par *Escherichia intermedium*, par *Cloaca*, et une seule fois par *Citrobacter*. Les paracolibacilles sont rares. Quant aux streptocoques fécaux, on observe une seule numération faible.

Composition du résultat moyen :	Groupe I	375 germes	(31,2 p. 100)
	Groupe II	487 »	(40,5 »)
	Groupe III	337 »	(28 »)

Par rapport à la station précédente du Fort Espagnol, ces numérations font ressortir :

un abaissement de :	75,8	p. 100 du nombre des	*Escherichia coli*,
»	57,7	» »	autres coliformes,
»	70	» »	paracolibacilles.

Cette station marque donc le second palier où s'observe une diminution importante du nombre des bactéries, notamment *Escherichia coli* et paracolibacilles. De ce fait, le groupe des autres coliformes devient majoritaire, phénomène d'inversion analogue à celui qui fut observé pour les eaux, mais qui intervient ici avec un certain retard.

Station n° 6 « Le Rolay ».

Les huit analyses réalisées, et comportant un prélèvement d'huîtres, et sept prélèvements de moules, se sont toutes révélées négatives.

L'examen de ces résultats fait apparaître de très fortes numérations dans les stations 1 et 2, et surtout au Plessis dont le résultat moyen est supérieur à 21 000 germes, avec des numérations maximales atteignant 36 000 (séries 13 et 15), 39 000 (série 1), et même 54 000 germes (série 5), compte non tenu des streptocoques fécaux.

Les dénombrements restent élevés à Rosnarho, où on ne compte guère qu'une diminution de 31 p. 100 de la flore par rapport au Plessis. Par la suite, les numérations deviennent plus faibles et surtout plus équilibrées, les écarts diminuant entre chacun des trois groupes.

On constate donc un abaissement général de la densité microbienne d'amont en aval mais il est plus irrégulier que pour les eaux, et n'intervient de façon notable qu'à Locqueltas et au Harnic.

Comme pour les eaux, on constate une diminution inégale des espèces : *Escherichia coli* disparaît en proportion plus forte que les autres bactéries. L'abaissement des membres du groupe II est plus lent ; il en est de même des paracolibacilles. Conséquence de cette disparition inégale, la composition de la microflore se modifie d'amont en aval : *Escherichia coli* qui est majoritaire en amont, devient minoritaire en aval. Le groupe II (autres coliformes) qui est minoritaire en amont se trouve majoritaire en aval.

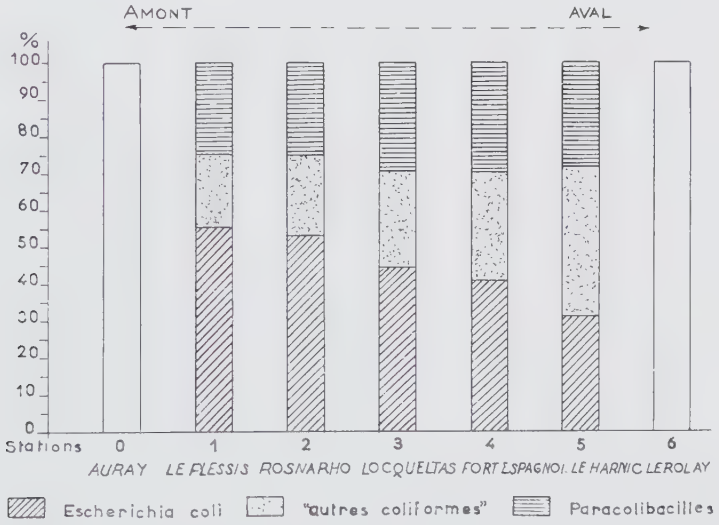

FIG. 5. — *Variations observées dans la composition de la flore microbienne des huîtres en rivière d'Auray, d'amont en aval.*

Mais, alors que pour les eaux, le phénomène de l'inversion des groupes s'observait à partir de Locqueltas, il est ici plus tardif, et n'intervient qu'au Harnic (fig. 5).

Comme nous l'avons fait pour les eaux, nous examinerons les divers éléments susceptibles d'influer sur la colimétrie des huîtres.

3° *Facteurs qui influent sur la colimétrie des huîtres.*

Nous étudierons successivement les :

A) Facteurs physiques,

a) le milieu ambiant, *b*) les circonstances atmosphériques et la présence de limon dans l'eau, *c*) la saison et la température, *d*) l'état physiologique du mollusque.

B) Facteurs chimiques,

a) l'oxygène dissous, *b*) les matières organiques, *c*) la salinité, *d*) le pH.

A) Facteurs physiques.

a) *Le milieu ambiant.*

A la suite de l'enquête de Mosny (1899-1900) sur la salubrité générale des parcs à huîtres, de multiples études furent consacrées à la bactériologie des huîtres, en relation avec celle des eaux de mer. Sacquepée (1902), Giard (1904), Fabre-Domergue (1910), Llaguet (1921, 1924) notamment, étudièrent le mécanisme de l'infection des huîtres en eaux souillées, ou de leur épuration en eaux saines. Hinard (1923) estime que le coefficient de pureté de l'huître varie avec celui de l'eau, mais il constate que, s'il existe une relation entre la teneur bactérienne de l'animal et celle du milieu, les variations ne sont pas synchrones. Boinet et Teissonnière (1929) indiquent les colimétries suivantes pour les eaux et les moules de la rade insalubre de Marseille :

eaux = de 1 000 à 10 000 colibacilles,
moules (corps broyés) = de 20 000 à plus de 100 000 colibacilles par litre.

Dans une étude d'une huîtrière belge, de Maeyer-Cleempoel et Lafontaine (1957) ont trouvé, pour l'eau : de 100 à 500 coliformes, et 20 à 100 *Escherichia coli*/litre ;
pour les huîtres : 200 coliformes et 20 *Escherichia coli* pour 100 ml de liquide intervalvaire,
120 coliformes et 0 *Escherichia coli* pour 100 ml de liquide intervalvaire,
80 coliformes et 20 *Escherichia coli* pour 100 ml de liquide intervalvaire,
60 coliformes et 10 *Escherichia coli* pour 100 ml de liquide intervalvaire.

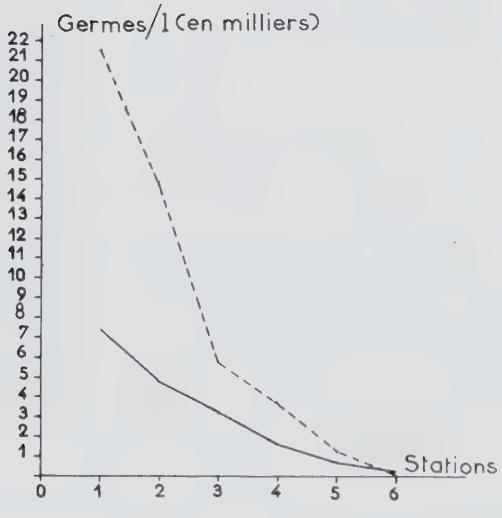

Fig. 6 — *Abaissement de la flore microbienne en rivière d'Auray, d'amont en aval, dans l'eau (———) et dans les huîtres (- - - - -).*

Il paraît, en effet, évident que la colimétrie des huîtres dépend en premier lieu de celle du milieu où elles vivent. Nous verrons que ceci est vrai en première approximation, et vérifié à nouveau dans cette étude : les huîtres d'amont, situées dans une zone largement contaminée, sont très polluées ; les huîtres et moules du Rolay, situées dans des eaux très pures, sont indemnes de bactéries coliformes.

Pourtant, à l'intérieur de ces lignes générales, il semble que le processus d'infection et d'épuration des huîtres, bien que lié à la colimétrie du milieu, soit en réalité plus complexe et que la relation soit assez incertaine.

On a déjà pu apprécier que la teneur microbienne moyenne des huîtres est plus élevée que celle de l'eau correspondante. L'écart, très important en amont, diminue vers l'aval où les valeurs se rapprochent au Harnic, et se rejoignent au Rolay (fig. 6).

Germes totaux des trois groupes.

Dans la majorité des cas, les numérations sont plus élevées dans les huîtres. Cette prédominance est la règle pour les stations d'amont. Pour les stations centrales, on remarque de rares numérations plus basses dans les huîtres. Au Rolay, les résultats négatifs sont la règle pour l'eau (à l'exception d'un seul résultat positif faible), et les huîtres ou moules (tabl. 14).

Stations	Nombre d'analyses	Densité microbienne générale			
		plus élevée dans les huîtres	plus élevée dans l'eau	égale dans les huîtres et l'eau	nulle dans les huîtres et l'eau
Le Plessis	16	16	—	—	—
Rosnarho	16	16	—	—	—
Locqueltas	16	13	3	—	—
Le Fort Espagnol	16	14	1	1	—
Le Harnic	16	12	2	—	2
Le Rolay	8	0	1	—	7
Total	88	71	7	1	9
	Pourcentage	80,6	7,9	1,1	10,2

TABL. 14. — *Fréquences comparées des teneurs microbiennes, dans les huîtres et dans le milieu.*

On peut, en outre, observer qu'une série montrant une forte contamination de l'eau possède, également, une forte contamination des huîtres. Le même phénomène se remarque pour les séries à moyenne ou faible contamination. Trois exceptions cependant :

Séries n°	Densité microbienne générale		
	faible	moyenne	forte
1			E et H
2			E et H
3	E et H		
4	E et H		
5			E et H
6		E	H
7		E et H	
8			E et H
9		H	E
10		E et H	
11	E et H		
12	E et H		
13		E	H
14	E et H		
15			E et H
16			E et H

TABL. 15. — *Parallélisme de la pollution des huîtres et de l'eau.*

les séries 6 et 13 ayant une colimétrie forte pour les huîtres et moyenne pour les eaux,
la série 9 ayant une colimétrie moyenne pour les huîtres et forte pour les eaux (tabl. 15).

En résumé, dans 80 p. 100 des cas, le nombre total de coliformes est plus élevé dans les huîtres que dans l'eau, et l'on observe une corrélation directe entre la pollution de l'eau et celle des huîtres.

Escherichia coli.

A la suite de ce premier examen comparatif de la densité microbienne totale, dans les huîtres et dans l'eau, nous rechercherons plus spécialement la relation concernant *Escherichia coli,* en raison de l'importance de ce germe dans l'appréciation habituelle de la salubrité ostréicole.

On observera, tout d'abord, que le nombre d'*Escherichia coli* est toujours plus élevé dans la seule station du Plessis. Dans les stations suivantes, il en est souvent ainsi, mais on note parfois des teneurs plus élevées dans l'eau. Il n'y a pas de différence importante avec la teneur en coliformes totaux, mais on note cependant un pourcentage de résultats pour lesquels la colimétrie est plus élevée dans les huîtres, légèrement plus faible, tandis que le pourcentage de résultats « négatifs dans les huîtres et l'eau », est, au contraire, légèrement plus fort (tabl. 16).

Stations	Nombre d'analyses	Nombre de résultats dans lesquels la teneur en *Escherichia coli* a été trouvée			
		plus élevée dans les huîtres	plus élevée dans l'eau	égale dans les huîtres et l'eau	nulle dans les huîtres et l'eau
Le Plessis	16	16	—	—	—
Rosnarho	16	15	1	—	—
Locqueltas	16	12	2	1	1
Le Fort Espagnol	16	15	1	—	—
Le Harnic	16	8	1	—	7
Le Rolay	8	—	—	—	8
Total	88	66	5	1	16
	Pourcentage	75	5,6	1,1	18,1

TABL. 16. — *Fréquences comparées des teneurs en* Escherichia coli, *dans les huîtres et dans le milieu.*

La colimétrie des huîtres est donc, dans une forte proportion, supérieure à celle de l'eau qui les baigne. Quelle en est la cause ?

On sait que l'huître filtre l'eau de mer, grâce à de multiples cils vibratiles qui amènent à sa bouche un courant d'eau dont elle retient, pour assurer sa nourriture, divers éléments du plancton : diatomées, protozoaires, flagellés, péridiniens, les spores d'algues, etc. Elle absorbe en même temps les bactéries qui y sont mêlées. On estime que l'huître plate filtre un litre d'eau, et l'huître portugaise cinq litres environ, dans une heure. Divers auteurs (TEISSONNIÈRE, BRISOU entre autres) considèrent l'huître comme un concentrateur de microbes retenus par son hépato-pancréas. Toutefois, cette opinion n'est pas unanimement acceptée. Dans une étude récente, DE MAYER-CLEEMPOEL et LAFONTAINE (1957), observent que « l'eau intervalvaire des huîtres n'est certainement pas plus polluée que l'eau d'huîtrière », et ils concluent que « les huîtres ne concentrent pas dans leur hépato-pancréas les *Escherichia coli* des eaux dans lesquelles elles baignent ». Dans une intéressante série d'expériences, GEVAUDAN et GAY (1958) montrèrent les phénomènes d'absorption et d'élimination des particules minérales et des bactéries (*Salmonella typhi*) par la moule. L'étude histologique et bactériologique leur permit de préciser :

d'une part, la fixation importante de germes dans les premières vingt-quatre heures, au niveau interbranchial, au niveau du stylet cristallin et de l'intestin ; par contre, ils n'en trouvèrent pas dans les canalicules de l'hépato-pancréas ;

d'autre part, que l'abaissement de la teneur microbienne dans l'eau (95 p. 100) correspond à une élévation du nombre de bactéries dans les moules ; toutefois, le nombre trouvé n'atteignait pas le nombre initial, compte tenu de la diminution due à l'hostilité du milieu.

Qu'il s'agisse des huîtres ou des moules, et sans qu'on puisse parler de « concentrateurs de germes », il n'est pas douteux que leur teneur en micro-organismes, généralement plus élevée que celle du milieu, s'explique par leur intense activité de filtration.

Existe-t-il, en conséquence, un rapport constant entre la colimétrie de l'eau et celle des huîtres ?

Sur les 66 résultats pour lesquels nous avons obtenu une teneur en *Escherichia coli* plus élevée dans les huîtres, dix d'entre eux concernent des rapports dont le deuxième terme (eau) est égal à zéro. Nous ne tiendrons pas compte de ces résultats et examinerons seulement les 56 résultats pour lesquels chacun des deux termes est supérieur à 1. Pour ces résultats, nous constatons que la supériorité de la colimétrie des huîtres sur celle de l'eau, s'établit selon les coefficients et fréquences indiqués au tableau 17 .

Coefficient	Fréquence	Pourcentage
Jusqu'à 1,5	13	23,2
× 2 et 2,5	4	7,1
× 3 et 3,5	14	25
× 4 et 4,5	2	3,5
× 5	3	5,3
× 6	5	8,9
× 7 et 7,5	7	12,5
× 9	1	1,7
× 10	1	1,7
× 12	1	1,7
× 14	1	1,7
× 15	3	5,3
× 18	1	1,7

TABL. 17. — *Coefficients et fréquences du rapport : colimétrie des huîtres/colimétrie de l'eau* (Escherichia coli).

Ce sont les coefficients 1,5 et 3-3,5 , qui sont les plus fréquemment observés. A partir du coefficient 9, les cas rencontrés sont rares (à l'exception toutefois du coefficient 15 qui a été relevé trois fois).

On est loin par conséquent, d'un rapport constant entre la colimétrie des huîtres et celle de l'eau, et on constate au contraire une grande variabilité de ce rapport.

Malgré cela, il est intéressant de remarquer que dans 59 p. 100 environ des cas, les huîtres contiennent de 1,5 à 4,5 fois plus d'*Escherichia coli* que l'eau où elles vivent.

Quoique moins précises qu'on ne l'eut souhaité, ces notions présentent néanmoins un intérêt certain pour l'appréciation de la salubrité des huîtres ; elles trouveront confirmation et application dans l'échelle d'appréciation bactériologique dont nous parlerons dans la quatrième partie de ce travail.

En ce qui concerne la flore observée, on ne note pas de différences caractéristiques entre la flore des huîtres et celle de l'eau, et l'on peut dire que toutes les espèces, se rencontrent aussi bien dans celle-là que dans celle-ci. Pour aucune de ces espèces, l'huître ne constitue un milieu plus ou moins défavorable que l'eau.

b) *Les circonstances atmosphériques.*

Les circonstances atmosphériques (pluie, vents, tempête...) n'influent qu'indirectement sur la colimétrie des huîtres, par l'intermédiaire du milieu ambiant. Etant donné que nous avons exposé l'influence de ces éléments, dans le chapitre précédent, nous n'y reviendrons pas.

c) *La saison et la température.*

Divers auteurs anglo-saxons ont souligné les fluctuations saisonnières de la colimétrie des huîtres, celles-ci étant, pour une zone contaminée, polluées en été et non polluées en hiver. En Angleterre, P. C. WOOD (1955), effectuant une série d'expériences sur les facteurs qui affectent la pollution et l'auto-épuration des mollusques dans un estuaire pollué, constate des différences notables entre les pollutions d'été et d'hiver.

En période estivale (températures comprises entre 10° et 16°5), la colimétrie des huîtres et des moules est trouvée parallèle à celle de l'eau, selon un phénomène cyclique d'infection au jusant et d'épuration au flot.

En période hivernale (températures comprises entre 1°5 et 2°1), le phénomène est identique pour les moules, mais différent pour les huîtres qui ne se contaminent pas.

Ces variations seraient dues au mécanisme de filtration de l'eau par les mollusques, filtration elle-même conditionnée par la température : aux basses températures, l'huître, cessant de filtrer l'eau, cesserait de s'alimenter, et par conséquent de se contaminer, alors que les moules poursuivent

leur filtration à des températures plus basses. Enfin, en période de mauvais temps, cet auteur ne retrouve point le rapport entre la colimétrie de l'eau et celle des coquillages : il pense que la présence de limon en suspension est responsable de la perturbation enregistrée.

Nous n'avons pas constaté une relation aussi étroite entre la colimétrie des huîtres et celle de l'eau. De même, il nous fut impossible de mettre en évidence les variations saisonnières décrites ci-dessus, ayant obtenu de bons et mauvais résultats en été comme en hiver. Toutefois, il faut souligner que nos conditions d'expériences diffèrent très sensiblement de celles de Wood. En effet,

nos huîtres ont été draguées dans le chenal de la rivière et n'étaient pas soumises à l'action immédiate du jusant et du flot, comme dans l'expérience anglaise ; elles ne se trouvaient donc influencées par la colimétrie du milieu ambiant, qu'avec un certain retard ;

nous n'eûmes jamais de températures très basses ; seules, les deux séries 9 et 10 ont été faites par des températures de 4 à 7° et de 5 à 7°, insuffisantes, cependant, pour provoquer un arrêt de la filtration.

Dans ces conditions, nous ne pouvons nous prononcer sur la possibilité d'obtenir en période froide des huîtres non polluées provenant d'un estuaire insalubre. Mais, même en admettant que ce phénomène se vérifie dans les régions ostréicoles septentrionales, et que les autorités responsables acceptent la livraison à la consommation de telles huîtres, il est tout à fait improbable qu'il puisse être appliqué, ni même envisagé en France où, à l'exception de certaines régions (étangs méditerranéens), les températures de l'eau descendent très rarement, et pour des périodes très courtes, au-dessous de 3°.

d) *L'état physiologique des huîtres.*

Présence de limon dans l'eau. Une forte proportion de matières limoneuses, en suspension dans l'eau gêne la filtration de l'huître qui, dans ces conditions, peut se trouver soustraite en partie à une contamination maximale. C'est ainsi que pour la station du Plessis, où les eaux sont toujours plus ou moins limoneuses, le rapport de pollution « huîtres/eau » (bactéries des trois groupes) est de 2,91.

Au Fort-Espagnol, nous avons effectué ce même calcul, portant sur 11 séries n'ayant pas montré la présence de limon, et pour lesquelles le rapport de pollution était positif pour les huîtres, les deux termes étant supérieurs à 1. Le rapport de pollution « huîtres/eau » a été trouvé de 3,87.

Il semble donc, qu'en eaux limoneuses, effectivement, les huîtres se contaminent moins qu'en eaux limpides ; toutefois, la différence est relativement faible, et il n'y a pas lieu d'attacher à ce facteur, une importance exagérée.

Présence de vase intervalvaire. Celle-ci peut provenir, soit de la digestion, soit d'une introduction accidentelle, au moment du dragage.

Proportion d'huîtres vaseuses d'amont en aval, généralement	Nombre de séries	Nombre de séries ayant montré une densité microbienne		
		faible	moyenne	forte
Forte	5		2	3
Moyenne	5	3	—	2
Faible	6	2	1	3

Tabl. 18. — *Relation entre la proportion d'huîtres vaseuses et la densité microbienne.*

Dans le premier cas, la vase forme de petits amas muqueux dont l'huître se débarrasse périodiquement. Dans le second cas, le limon, ou parfois le sable, est épars dans la cavité palléale.

Il est donc rare que les huîtres draguées ne contiennent pas un peu de vase. Celles qui

furent analysées étaient effectivement assez souvent vaseuses ainsi qu'en témoignent les pourcentages suivants (de l'amont vers l'aval) :

Le Plessis,	Rosnarho,	Locqueltas,	Le Fort Espagnol,	Le Harnic.
59,2	47,2	33	26	17,3

On remarquera cependant, qu'elles l'étaient moins en aval, les fonds étant généralement plus durs.

Du point de vue de l'hygiène, si l'on considère les séries à forte densité de vase dans les huîtres, et les séries à teneur microbienne élevée, on constate qu'il n'y a pas forcément analogie entre elles (tabl. 18).

Dans ces conditions, la présence de vase intervalvaire ne constitue pas, à notre avis, un indice certain de contamination microbienne.

Etat physiologique. Nous avons noté, pour chaque huître analysée, sont état physiologique : huîtres biologiquement saines, présence de « chambre », de parasites (galeries de *Polydora*), ou maladie dite « du pied ».

Naturellement, les huîtres d'amont, se trouvant dans des conditions biologiques précaires, sont celles qui présentent les plus mauvaises conditions physiologiques, la plupart réunissant les trois manifestations ci-dessus auxquelles s'ajoute un état de maigreur. Au fur et à mesure que l'on va vers l'aval, le pourcentage des huîtres saines augmente. Il est évident qu'une huître en bon état est mieux à même de remplir ses fonctions de nutrition et de filtration qu'une huître en état de misère physiologique. Elle se trouve par là, soumise aux phénomènes maximaux d'infection ou d'épuration. Cependant, nous n'avons pu mettre en évidence aucune influence caractéristique de l'état physiologique des huîtres sur leur état de pollution microbienne.

B) Facteurs chimiques.

Fort peu de facteurs chimiques influencent directement ou de façon notable la salubrité des huîtres.

a) *L'oxygène dissous.*

Etant donné les fortes concentrations trouvées dans l'eau, on ne saurait craindre un appauvrissement en oxygène préjudiciable aux huîtres : même dans les stations d'amont les quantités sont suffisantes.

b) *Les matières organiques.*

Les huîtres des stations d'amont (Le Plessis principalement) où se remarquent de fortes teneurs en matières organiques, sont également les plus polluées. Il est certain qu'elles trouvent là un élément complémentaire de nourriture, malheureusement riche en germes. A ce titre, et dans la mesure où elle est due à des apports d'origine humaine ou animale, la présence de matières organiques constitue une cause et un témoin de contamination des huîtres.

c) *La salinité.*

On connaît la tolérance des huîtres à des salinités assez basses. Aussi, la dessalure des eaux d'amont n'affecte-t-elle pas autant qu'on pourrait le craindre la vitalité des huîtres, d'autant plus qu'elle est parfois et momentanément, moins forte au niveau des huîtres qu'en surface.

Cependant, en période de dessalure prolongée, l'activité de l'huître se trouve réduite. Comme ce fait coïncide généralement avec un apport de matières terrigènes limoneuses, drainées par les pluies, et dont nous avons vu l'action gênant la filtration, la conjonction de ces deux facteurs provoque un ralentissement de la nutrition et s'oppose, par voie de conséquence, à une contamination maximale.

d) *Le pH.*

Dans les limites observées, le pH n'a aucune influence directe sur l'activité physiologique et la colimétrie des huîtres.

TROISIEME PARTIE

ETUDE DES COLIFORMES SUR LE LITTORAL

I. - Cadre de l'étude.

Au cours de la deuxième partie de ce travail, nous avons examiné le comportement des coliformes au sein du milieu fluvio-marin d'estuaire. Mais un autre aspect de la bactériologie marine existe pour l'hygiéniste : c'est celui qui intéresse les plages et le littoral où se trouvent les parcs d'élevage d'huîtres, et le rivage même où sont situés les bassins des établissements expédiant les huîtres et les coquillages à la consommation.

On a affaire, dans ce deuxième aspect, sinon à un milieu différent, du moins à des conditions différentes de rejet, de répartition et de disparition des bactéries.

Dans le premier cas, il s'agissait d'un rejet massif et localisé de souillures. Dans le cas de la bactériologie des plages, il y a très souvent une multiplicité de contaminations faibles ou sporadiques. De plus, la zone littorale s'exonde à chaque marée durant un laps de temps variable : il n'y a donc pas immersion constante et immédiate des microbes, comme précédemment.

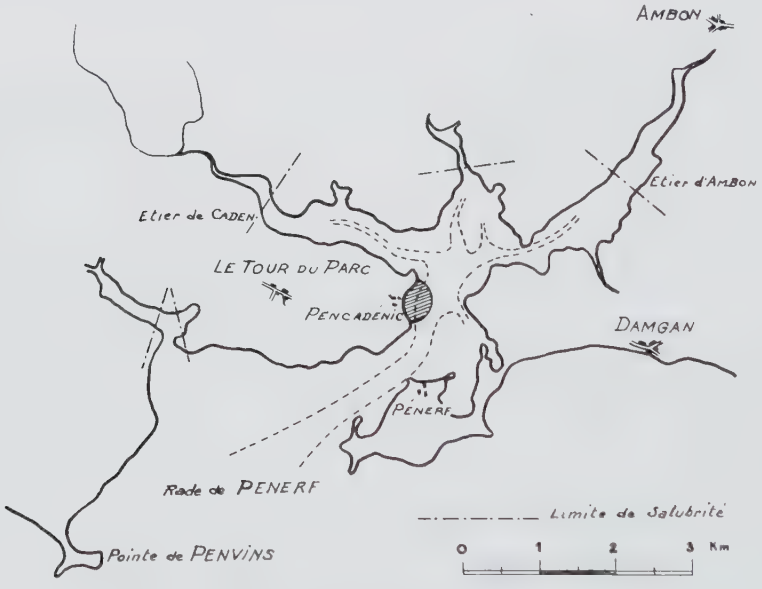

FIG. 7. — *Rivière de Pénerf, carte des prélèvements.*

Les parcs d'élevage se trouvent également émergés durant quelques heures à chaque marée et sont ainsi soumis à des conditions différentes de celles des gisements toujours immergés. De même, les bassins d'expédition ne sont recouverts qu'au moment des pleines mers.

On voit donc que bien des conditions diffèrent de celles observées dans un estuaire. Il était intéressant de savoir si les constatations précédentes étaient applicables à ce milieu. De même, il était important d'étudier les aspects particuliers de la bactériologie des établissements ostréicoles qui sont le dernier lieu de séjour des huîtres, avant leur consommation.

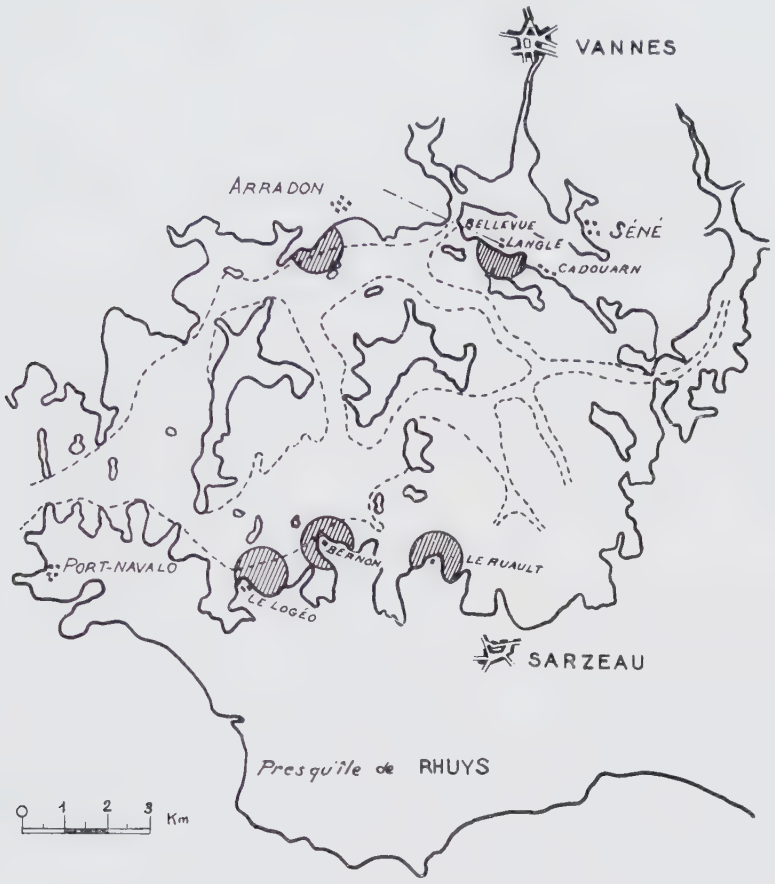

FIG. 8. — *Golfe du Morbihan, carte des prélèvements.*

Nos prélèvements ont été faits dans les établissements de quatre grands secteurs ostréicoles retenus en raison des différences qu'ils présentent, tant du point de vue des conditions générales de salubrité que de celui de la topographie. Nous en donnons la brève description suivante.

Rivière de Pénerf (fig. 7).

Plutôt qu'une rivière, il s'agit d'un estuaire se prolongeant par des étiers, remontant profondément dans les terres. La partie amont de ces étiers est classée insalubre, en raison surtout des écoulements des fermes et des ruissellements d'eaux douces, abondants en hiver. Par contre, il n'y a aucune industrie, ni écoulements ou égouts urbains. Sur la rive gauche, se trouvent deux agglomérations : Damgan et Pénerf (839 habitants), sur la rive droite, deux agglomérations également : Le Tour du Parc et Pencadénic (435 habitants), toutes les quatre peu importantes. De ce fait, la situation sanitaire générale est très bonne.

La rivière de Pénerf est essentiellement ostréicole : on trouve de nombreux parcs à huîtres de part et d'autre du chenal, ainsi que quelques parcs à moules dans l'embouchure, soit, au total :

830 concessions maritimes couvrant plus de 170 hectares. Une quarantaine d'établissements groupés à Pénerf-Damgan et à Pencadénic assurent l'expédition des huîtres et des moules à la consommation. Dans l'axe de la rivière, on note la présence d'un gisement florissant d'huîtres plates. Nos prélèvements ont été faits dans les parcs et bassins du groupe de Pencadénic (rive droite). Il n'y a pas à cet endroit de contaminations, mais la densité des établissements magasins et annexes, ainsi que les allées et venues des exploitants et de leur personnel, provoquent fatalement, de petites contaminations locales.

Golfe du Morbihan (fig. 8).

Le golfe du Morbihan constitue une petite mer intérieure communiquant avec l'Océan par le goulet de Port-Navalo. Elle comporte de nombreuses îles entourées de vastes vasières, émergentes à basse-mer, et où se trouvent situés les parcs d'élevage. Pêche et ostréiculture se partagent l'activité de la population maritime. On dénombre plus de 1 500 parcs couvrant près de 1 000 hectares.

FIG. 9. — *Rivière d'Auray, carte des prélèvements.*

Une quarantaine d'établissements assurent l'expédition des huîtres à la consommation ; la plupart sont situés sur le littoral sud (côte de Sarzeau), le littoral nord-est (côte de Séné), et le littoral nord (côte d'Arradon). Nous avons effectué des prélèvements dans ces trois centres. En outre, trois prélèvements ont été faits, à titre comparatif, dans la zone insalubre de Vannes, au lieu-dit « Pointe des Emigrés ». Les principales pollutions sont constituées :

par la ville de Vannes (28 000 habitants) dont les égouts, non épurés, se déversent dans le port auquel fait suite un bras de mer atteignant le golfe par l'étroit goulet de Kerguen, à environ cinq kilomètres de Vannes ; toute cette partie est classée « zone insalubre », jusqu'à Kerguen ;

par les ruissellements au rivage, des eaux usées des villages situés au sommet et sur le versant sud de la presqu'île de Séné (à noter que l'assainissement de ces villages est en cours de réalisation).

Rivière d'Auray (fig. 9).

Nous ne reviendrons pas sur la description de cette rivière, exposée déjà dans la deuxième partie. Nos prélèvements ont été faits dans le groupe des établissements ostréicoles de Locmariaquer. En outre, cinq prélèvements d'eau ont été opérés dans un bassin à naissain de la zone insalubre, à hauteur du port de Kérantré, soit à mi-distance de nos stations 2 et 3 en rivière, ceci à titre comparatif.

Presqu'île de Quiberon (fig. 10).

A l'exception du centre ostréicole de la baie de Plouharnel, à la base de la presqu'île, la baie de Quiberon ne comporte pas d'établissement expédiant des huîtres à la consommation : on note la présence d'un seul bassin ostréicole situé à Saint-Julien, au sud-est de la presqu'île. Par contre, un gisement d'huîtres florissant existe le long du littoral de la baie. Ce gisement est ouvert annuellement à la pêche (drague). De plus, il fait l'objet toute l'année, d'une active pêche à pied des huîtres épaves, lors des grandes marées : c'est ainsi que nous nous sommes procurés les huîtres

nécessaires à nos analyses. Au large de ce gisement, se trouvent des parcs d'élevage d'huîtres en eaux profondes, couvrant 340 hectares.

Du point de vue sanitaire, hormis l'agglomération de Saint-Pierre dont le port et le petit abbattoir constituent des causes de contamination localisées, on ne remarque pas de pollutions importantes.

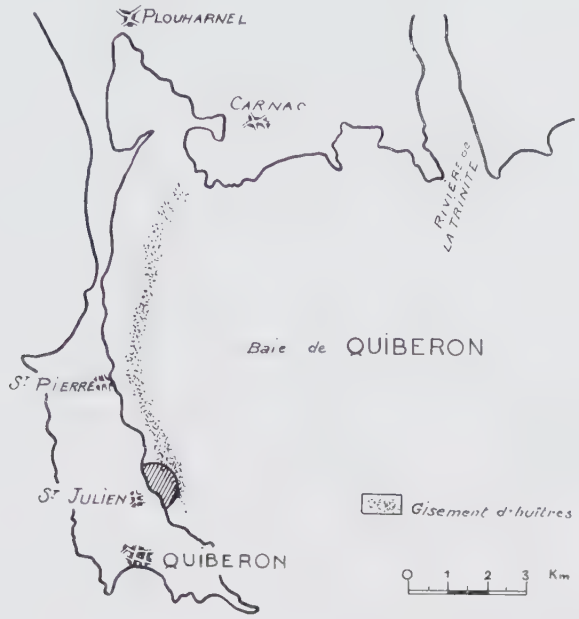

FIG. 10. — *Baie de Quiberon, carte du gisement d'huîtres et des prélèvements.*

A l'exception de quelques villages et hameaux, la majeure partie du littoral de la baie est inhabitée. Nos prélèvements ont été faits à proximité du bassin ostréicole de Saint-Julien.

II. - Circonstances et répartition des prélèvements.

En raison de la diversité des points de prélèvements, ainsi que des considérations d'heures de marée et de déplacement d'un point à un autre, nous avons dû procéder à des prélèvements le plus souvent séparés.

Au total, 41 prélèvements d'eau et 38 prélèvements d'huîtres ont ainsi été effectués dans les établissements ostréicoles des régions littorales ci-dessus définies (parcs d'élevage ou bassins-dégorgeoirs). A ces analyses, il convient d'ajouter celle de huit prélèvements d'eau, faits dans les zones insalubres de Vannes et d'Auray, à titre comparatif.

Les prélèvements ont été opérés, comme en rivière, à environ 0,30 m sous la surface de l'eau, à l'aide d'un flacon lesté stérile et les huîtres ont été ramassées à la main. L'analyse fut conduite de la même façon, à l'exception des matières organiques et des formes de l'azote qui ne furent pas recherchées.

A ces analyses d'eau et d'huîtres provenant des établissements, et formant la base de cette troisième partie de l'étude, il faut ajouter deux recherches spéciales entreprises pour vérifier des points particuliers de la bactériologie littorale. Ce sont :

l'étude des variations de la colimétrie au cours d'une même marée (douze prélèvements d'eau) ;

l'étude de l'influence de la nature du fond sur la colimétrie (trente prélèvements doubles d'eau, soit, soixante analyses).

Les résultats d'analyse de ces divers prélèvements ont été portés sur les tableaux récapitulatifs XVII à XXIV, en annexe.

CHAPITRE I

COLIMÉTRIE DE L'EAU

1° *Densité microbienne générale.*

Nous avons indiqué dans le tableau 19 la répartion de la population microbienne totale, pour les trois groupes retenus, en différenciant les huit prélèvements opérés dans les zones insalubres de Vannes et d'Auray.

En ce qui concerne les prélèvements effectués dans les parcs ou bassins-dégorgeoirs des établissements, on ne relève pas d'écarts importants, comme il en fut observé pour les prélèvements de rivière.

Les résultats ont été trouvés négatifs dans 53,6 p. 100 des cas ; 84,7 p. 100 sont compris entre 0 et 1 000 germes/litre. Les autres numérations se situent entre cette limite et 4 000 germes/litre. Elles proviennent principalement de la région soumise à contaminations de Séné.

Par contre, la majorité des résultats provenant des zones insalubres sont compris entre 4 000 et 9 000 germes/litre.

Zone salubre (parcs et bassins)			Zone insalubre (plages et bassins)		
Total des germes des 3 groupes	Nombre de résultats	p. 100	Total des germes des 3 groupes	Nombre de résultats	p. 100
0	22	53,6	1 000	1	12,5
200	1	2,4	4 000	1	12,5
400	3	7,3	5 000	1	12,5
500	1	2,4	6 000	2	25
600	2	4,8	9 000	3	37,5
700	1	2,4			
800	3	7,3			
900	1	2,4			
1 000	2	4,8			
1 100	1	2,4			
1 200	1	2,4			
1 500	1	2,4			
2 000	1	2,4			
4 000	1	2,4			

TABL. 19. — *Répartition des résultats d'analyses dans les eaux littorales (salubres et insalubres).*

2° *Espèces rencontrées.*

Qualitativement, la flore dénombrée dans ces eaux est très voisine de celle observée en rivière, tout au moins, quand on compare des régions à peu près analogues du point de vue de la salubrité générale.

C'est ainsi que la flore est riche pour les prélèvements des zones insalubres d'Auray et de Vannes et, à un degré moindre, dans les bassins de la zone littorale de Séné : outre *Escherichia coli*, on y rencontre, en effet, *Citrobacter*, *Paracoli coliforme*, des *Proteus* et des entérocoques, association indiquant une contamination grave.

La flore est beaucoup plus pauvre dans les bassins - dégorgeoirs des établissements et sur les parcs salubres, où, en plus d'*Escherichia coli*, on rencontre surtout *Escherichia intermedium* et *Hafnia*, ou parfois *Paracoli coliforme*.

Dans de nombreux cas intéressant les établissements, on note la présence du seul *Escherichia coli* qui est dénombré dans 89,4 p. 100 des résultats positifs. Il est à remarquer que les *Citrobacter* et *Paracoli coliforme* sont relativement rares dans les établissements et beaucoup plus fréquents dans les eaux insalubres de Vannes et d'Auray, où ils sont respectivement présents dans 25 p. 100 et 62,5 p. 100 des résultats positifs, ce qui confirme la valeur indicative de pollution proche de ces microbes.

Nous constatons, enfin, que l'entérocoque a été trouvé, parfois à des taux assez élevés, dans les établissements. Il n'est jamais seul, mais le plus souvent associé à *Escherichia coli*. Inversement, nous avons remarqué son absence de prélèvements cependant pollués.

Lieu des prélèvements	Nombre d'analyses	Nombre de résultats positifs	Fréquence					
			E. coli	*E. intermedium*	*Citrobacter*	*Cloaca*	*P. coliforme*	*Hafnia*
A) Zone salubre								
Pencadénic	10	5	5	1	—	—	1	1
Sarzeau	6	1	1	—	—	—	—	—
Séné	6	6	5	2	1	—	1	1
Arradon	6	4	3	1	—	2	1	1
Locmariaquer	7	3	3	1	—	—	—	1
Saint-Julien	6	0						
Total	41	19	17	5	1	2	3	4
Fréquence de dénombrement (en %)			89,4	26,3	5,2	10,5	15,7	21
B) Zone insalubre								
Vannes	3	3	3	1	1	—	2	1
Auray	5	5	5	4	1	—	3	2
Total	8	8	8	5	2	—	5	3
Fréquence de dénombrement (en %)			100	62,5	25		62,5	37,5

TABL. 20. — *Fréquence de dénombrement des germes des trois groupes, en zones salubre et insalubre.*

Le tableau 20 indique la fréquence de dénombrement des bactéries des trois groupes.

Examinons de façon plus détaillée, les résultats de chacune des régions salubres.

Rivage de Pencadénic.

Cinq résultats sur dix sont négatifs. Deux ont donné 200 *Escherichia coli*, les autres, 600 et 800 . *Escherichia intermedium* a été trouvé une fois. Les autres coliformes sont absents. Ces faibles numérations traduisent bien les petites pollutions locales provoquées par l'activité des exploitations de cet important centre ostréicole.

Côte de Sarzeau.

Nos prélèvements ont été faits dans divers établissements du Logeo, de Bernon et du Ruault, situés sur des plages de sable et de vase. Hormis le petit village du Logeo, dont les ruissellements

atteignent le rivage en période de pluies, il n'existe pas de contaminations sur cette côte. A l'exception d'un seul, positif à 400 *Escherichia coli*/litre, tous les résultats « eaux » sont négatifs.

Côte de Séné.

Une majorité de résultats à numérations élevées se remarque en cet endroit. Un seul résultat est négatif en coliformes des groupes I et II, les autres montrant des colimétries de 200 à 2 000 *Escherichia coli,* avec présence d'*Escherichia intermedium* et de *Citrobacter.* A première vue, ces résultats peuvent surprendre, car l'examen des lieux ne révèle pas de nuisances visibles. Mais l'étude topographique permet de déceler la présence de villages situés sur le sommet de la presqu'île de Séné, et dont les eaux usées ruissellent sur le versant aboutissant au littoral, presque exclusivement constitué de vase.

Côte d'Arradon.

Nous retrouvons ici une topographie et un faciès analogues à ceux de Sarzeau : même littoral sablo-vaseux, rares habitations, absence de pollution. Mais il faut noter la relative proximité de la zone insalubre de Vannes, à environ trois kilomètres. Sur six prélèvements, deux sont négatifs et un autre est positif seulement en paracolibacilles. Trois résultats montrent des numérations de 200 à 400 *Escherichia coli,* ainsi que 1 000 et 500 paracolibacilles.

Nous n'avons pas trouvé de streptocoques fécaux, bien que leur présence soit effective dans deux prélèvements d'huîtres, en faible quantité il est vrai.

Locmariaquer.

L'enquête topographique révèle la présence de petites nuisances aboutissant non loin des établissements : détritus de l'agglomération, écoulements d'eaux usées de maisons, lavoirs. Sur sept résultats, quatre sont négatifs, les autres ayant des numérations peu élevées de 200 à 600 *Escherichia coli* et 600 *Escherichia intermedium. Hafnia* a été dénombré une seule fois.

Ces prélèvements ont été faits à peu près à hauteur de notre station 5 du Harnic, mais sur le littoral. Or, nous avons vu que les prélèvements du Harnic ont donné de meilleurs résultats puisque sur seize, sept seulement étaient positifs, parmi lesquels quatre contenaient *Escherichia coli.* Dans le cas présent, les microbes trouvés ne proviennent donc pas de la rivière, mais des nuisances littorales, à portée limitée.

Saint-Julien en Quiberon.

La côte est ici rocheuse, avec des plages de sable. Le bassin, et l'emplacement proche où nous avons effectué nos prélèvements, est situé à environ 200 m au nord de la plage de St-Julien. Il n'y a aucune nuisance à proximité, et la côte est déserte. Les résultats des six prélèvements sont tous négatifs.

On ne pouvait s'attendre, dans ces conditions de prélèvements, à des différences aussi sensibles qu'en rivière. Mais on observera cependant, en plus de la variabilité qualitative de la flore, des numérations inégales selon les secteurs, traduisant des états sanitaires différents.

Comme nous l'avons fait en rivière, nous rechercherons les facteurs responsables de ces variations, et susceptibles d'influer sur la colimétrie des eaux marines littorales.

3° *Facteurs qui influent sur la colimétrie de l'eau.*

Nous avons vu que la colimétrie en rivière n'était que très peu influencée par les apports secondaires de contaminations, ceci en raison de la charge microbienne initiale infiniment supérieure aux apports secondaires, et de la masse d'eau en mouvement.

Rien de semblable dans le cas des eaux littorales. En effet, hormis les zones insalubres, on ne trouve pas de source constante de pollution, mais un grand nombre de petites contaminations

disséminées sur tout le littoral. En outre, la masse d'eau qui baigne le rivage est parfois très peu profonde et la dilution des micro-organismes y est faible. Enfin, le mouvement relativement lent de flux et de reflux, ne provoque pas un entraînement rapide des microbes vers le large, mais permet au contraire, leur sédimentation sur les vases littorales.

A) Facteurs physiques.

On peut distinguer les facteurs d'influence directe, et les facteurs d'influence indirecte.

Facteurs d'influence directe.

Le plus important est constitué par les contaminations « visibles », aboutissant au rivage, et dont l'influence est immédiate. Dans une monographie relative aux établissements ostréicoles d'expédition, nous énumérons (MAZIÈRES, 1959) les plus dangereuses : égouts publics et privés, écoulements de lavoirs et d'eaux usées d'habitations, jets d'ordures, dépôts d'immondices, ruisseaux pollués, etc. Ces nuisances sont soigneusement recherchées par les Inpecteurs de l'Institut des Pêches maritimes, lors de l'enquête topographique qu'ils effectuent avant la création de tout nouvel établissement ostréicole. Leur recherche a, d'ailleurs, été préconisée par tous les hygiénistes. HINARD (1920), BORNE (1921), MATHIEU (1928), LEGENDRE (1934), BELIN (1934), LAMBERT (1936), LE GALL (1948) ont insisté sur la nécessité et l'importance de cette enquête topographique. BUTTIAUX (1955) confirmait, à son tour : « l'enquête sur le terrain semble, en effet, primordiale pour estimer la salubrité d'un parc, d'une claire, d'un dégorgeoir ».

Si la détermination de ces nuisances est relativement aisée, il n'est pas toujours facile, par contre, de prévoir l'influence des chutes de pluies, qui est liée à la nature et à la pente des terrains traversés. Alors qu'en rivière, les petites pluies n'ont pratiquement pas d'influence, il en va autrement sur le littoral : une simple averse peut avoir une répercussion immédiate sur la colimétrie. A cet égard, les pluies intervenant après une période sèche sont les plus à craindre, car elle drainent les impuretés accumulées durant plusieurs jours ou plusieurs semaines. Il est donc important de noter les chutes de pluie, non seulement au moment du prélèvement, mais également, au cours des vingt quatre heures précédentes.

Facteurs d'influence indirecte.

Ils agissent sur la distribution des germes, au sein des masses d'eau littorales.

C'est ainsi que l'on aura remarqué les différences existant entre la colimétrie des bassins et celle des parcs. Il y a là un phénomène qu'il est bon de connaître, car il fournit l'explication de résultats a priori déroutants : on constate de meilleurs résultats dans les bassins que dans les parcs situés à proximité immédiate ; dans les premiers, on compte 65,3 p. 100 de résultats négatifs, contre 46,6 p. 100 seulement dans les seconds (tabl. 21). Or, bassins et parcs sont très proches. A cette différence, il y a deux raisons que nous étudierons en détail, car elles ont une grande importance en hygiène ostréicole :

la première intéresse l'influence de la marée, de la dilution, et de la disposition du bassin ;
la seconde intéresse l'influence de la nature du fond.

Lieu des prélèvements	Nombre de résultats	Répartition des résultats (*Escherichia coli*/l)						
		0	200	400	600	800	1 000	2 000
Bassins	26	65,3	15,3	15,3	—	—	—	3,8
Parcs	15	46,6	13,3	—	20	13,3	6,6	—

TABL. 21. — *Répartition (en p. 100) des résultats bactériologiques* (Escherichia coli) *dans les bassins et les parcs.*

a) ***La marée, la dilution, la disposition du bassin.***

Il est nécessaire d'étudier simultanément ces trois facteurs, dont les influences sont complémentaires.

Heure de la marée et dilution. Si, à partir d'un point donné du littoral, on procède à des prélèvements d'heure en heure, on constate que les premières eaux du flot sont plus ou moins polluées. La charge microbienne diminue au fur et à mesure que le flot monte, ce qui est explicable par la dilution croissante, et l'entraînement des germes vers les parties hautes du littoral. A l'étale de pleine-mer et par beau temps, on obtient presque toujours des résultats négatifs.

Au cours de la période de reflux, on note le phénomène inverse : ce sont les dernières eaux du jusant qui sont polluées. Elles entraînent les contaminations recueillies éventuellement sur les

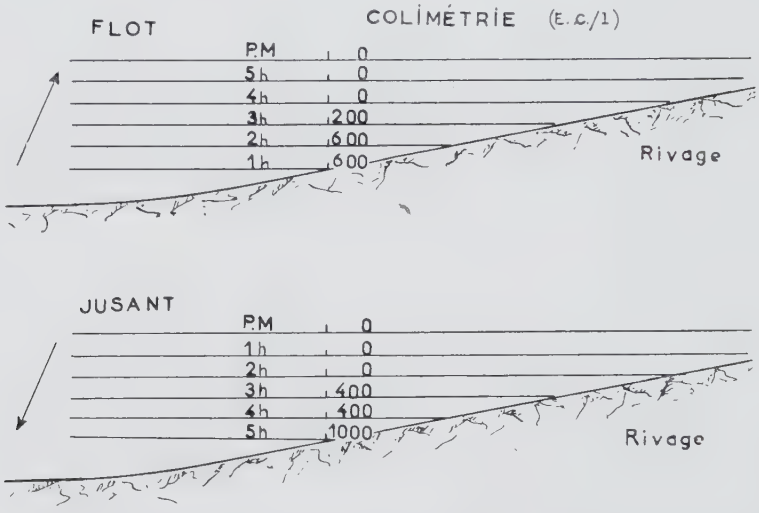

FIG. 11. — *Variations observées dans la colimétrie des eaux littorales, au cours des périodes de flot et de jusant d'une même marée.*

parties hautes du rivage. Nous avons vérifié ce phénomène à plusieurs reprises, et notamment, grâce à une série complète de prélèvements effectués au cours d'une marée, sur la plage de Séné.

Les résultats des numérations d'*Escherichia coli,* sont indiqués sur la figure 11 .

Disposition du bassin. Selon les facilités d'accès désirées, la pente et la nature du littoral, les bassins-dégorgeoirs peuvent être en partie creusés dans le sol, mais leurs parois doivent dépasser le rivage d'au moins 0,40 à 0,60 m . Il est souhaitable qu'ils s'alimentent par submersion des murs, la vanne ne servant qu'au nettoyage et à la vidange.

Cette disposition des bassins, surélevée au-dessus du sol, et leur alimentation par submersion, découle de l'observation précédente : en effet, de cette manière, ils ne reçoivent jamais la « première eau du flot », ni la « dernière eau du jusant ». La submersion se fait alors que la masse d'eau a déjà permis une dilution importante des germes éventuellement présents.

L'implantation et le mode de construction des dégorgeoirs a donc une grande importance pour leur salubrité, et on doit toujours conseiller la réalisation de bassins largement surélevés au-dessus du sol. On peut même, dans certaines régions douteuses, améliorer considérablement la salubrité des bassins, en surélevant sensiblement leurs murs. Pour le cas des bassins insubmersibles construits à terre, et alimentés par pompage, on doit, de la même manière, situer la prise d'eau nettement au-dessus du sol environnant.

Il va de soi, que, dans un cas comme dansl'autre, on ne saurait dépasser une certaine hauteur au-delà de laquelle, la submersion ou l'aspiration ne se feraient plus, ou se feraient imparfaitement (fig. 12).

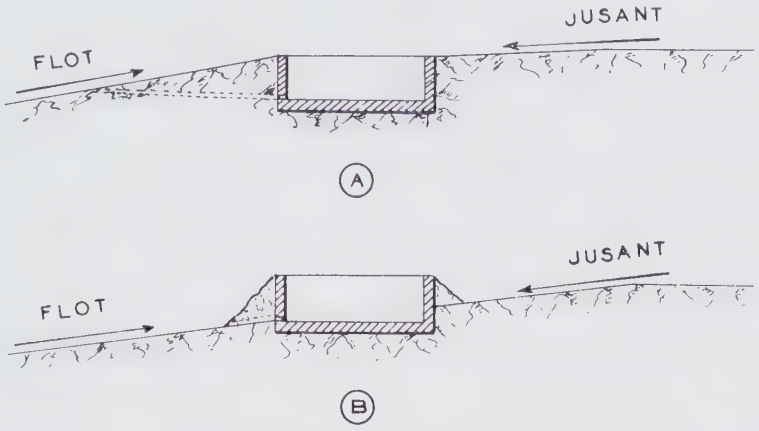

FIG. 12. — *Schémas de construction d'un bassin-dégorgeoir.* (A) *construction défecteuse : les premières eaux du flot et les dernières eaux du jusant pénètrent dans le bassin ;* (B) *construction convenable : du fait de ses murs surélevés au-dessus de la plage, le bassin est submergé, puis découvert, à partir de la mi-marée.*

b) ***La nature du fond.***

En plus des éléments ci-dessus, il faut tenir compte d'un deuxième facteur qui influe fortement sur la salubrité des eaux littorales : il s'agit de la nature du littoral lorsqu'il est constitué de vase, et de la remise en suspension de celle-ci par l'agitation de l'eau consécutive au mauvais temps, ou plus simplement, au brassage dû au flux et au reflux.

Cette influence des vases colifères fut souvent invoquée par les hygiénistes s'intéressant à la salubrité ostréicole. L'un des premiers, HINARD (1920) souligna l'influence de ce facteur sur la colimétrie, et DIENERT (1921) estime que la vase n'est pas « tout à fait défavorable au développement des germes et du *Bacterium coli,* en particulier ». Mais il ne semble pas qu'une étude systématique en ait été faite.

Aussi, afin de vérifier ce fait, avons-nous entrepris une recherche à la faveur de prélèvements ordinaires ou de recherches spéciales de bactériologie marine. Commencée le 22-V-1957, elle a fait l'objet de dix séries de prélèvements en différents lieux et dans des conditions météorologiques et de marées différentes. Seul, *Escherichia coli* a été dénombré. Au total, il a été fait : 25 prélèvements sur fond de vase, 5 prélèvements sur fond de sable.

Chaque prélèvement était réalisé en double :

d'abord en eau calme,
puis, en eau troublée par agitation modérée du fond, de façon à obtenir une eau moyennement limoneuse, analogue à celle que l'on observe par gros temps.

Les résultats de ces analyses figurent au tableau 22 . Leur examen fait ressortir qu'il y a davantage de résultats positifs, et que ceux-ci sont plus élevés dans les eaux troublées que dans les eaux calmes. Une exception, cependant : le prélèvement n° 5 a donné 1 900 *Escherichia coli* en eau calme, et 1 200 en eau troublée. Mais ces deux résultats étant positifs, la différence peut s'expliquer par une répartition irrégulière des micro-organismes, au moment du prélèvement ou au moment de l'ensemencement.

Date	Marée		N° et lieu du prélèvement	Résultats en	
	Coeff.	Heure		eau calme	eau troublée
			FONDS DE VASE		
22-V-57	41	1 h 15 J	1 Plage de Séné	0	0
»	»	1 h 30 J	2 » »	0	0
»	»	2 h J	3 » »	0	0
26-XI-57	71	2 h 30 J	4 Plage de Séné	0	200
»	»	2 h 45 J	5 » »	1 900	1 200
»	»	3 h J	6 » »	600	2 000
25-XI-58	75	3 h 15 F	7 Rivière d'Auray (Fort Espagnol)	400	800
»	»	3 h 40 F	8 » (Locqueltas)	0	2 500
12-XII-58	101	3 h F	9 Riv. d'Auray (Locqueltas)	200	400
30-I-59	82	3 h 45 J	10 Port Trinité (aval criée)	0	10 000 +
»	»	4 h J	11 » (aval du pont)	0	400
13-III-59	83	2 h J	12 Riv. d'Auray (Locqueltas)	1 000	2 000
»	»	2 h 25 J	13 » (Fort Espagnol)	0	600
»	»	3 h J	14 » (Port Fétan)	600	800
»	»	3 h 30 J	15 » »	0	1 000
»	»	4 h J	16 » »	0	400
»	»	4 h 30 J	17 » »	600	1 000
11-V-59	74	3 h F	18 Riv. d'Auray (Coët-Courzo)	200	600
»	»	3 h 15 F	19 » »	0	0
»	»	3 h 50 F	20 » »	0	400
»	»	4 h 30 F	21 » »	0	400
29-VI-59	46	3 h F	22 Riv. d'Auray (Pointe du Lézard)	0	0
»	»	4 h F	23 » »	0	0
»	»	5 h F	24 » »	0	0
»	»	PM	25 » »	0	400
			FONDS DE SABLE		
12-XII-58	101	BM	1 Herberosew/Le Rolay	0	0
30-I-59	82	3 h J	2 Plage de Kervilenn	0	200
20-VII-59	94	2 h J	3 Herberosew/Le Rolay	0	0
»	»	4 h J	4 » »	0	0
»	»	BM	5 Plage du Men-Dû	0	0

TABL. 22. — *Résultats des prélèvements opérés en eau calme et en eau troublée* (Escherichia coli). J jusant, F flot, BM basse-mer, PM peine-mer.

Sur les 25 prélèvements effectués sur fond de vase, on constate :

en eau calme : 8 résultats positifs, soit 32 p. 100 ,

en eau troublée : 18 résultats positifs, soit 72 p. 100 .

En ce qui concerne les prélèvements faits sur fond de sable, on notera que l'agitation du fond n'a pratiquement pas d'influence sur la colimétrie : un seul résultat en eau troublée est positif.

Cependant, les eaux troublées ne furent pas trouvées toujours colifères puisque 28 p. 100 des résultats sont négatifs. Il en va ainsi lorsque :

le lieu du prélèvement est éloigné de toute cause de contamination ;

pour une zone déterminée et soumise à des pollutions irrégulières, celles-ci ont fait défaut depuis un temps assez long (cas des prélèvements 1 , 2 et 3).

De la même manière, les eaux calmes ne sont pas toujours indemnes de microbes. Il en est notamment ainsi, lorsqu'il y a des pollutions récentes ou proches et que la sédimentation n'a pas eu le temps de se faire (cas des prélèvements 5 , 6 , 7 et 12).

En effet, lorsque des apports de germes ont lieu, on peut admettre que s'opère sur le sol la sédimentation d'une partie d'entre eux, tandis que l'autre est entraînée et dispersée par les courants de jusant vers le large où s'opèreront l'oxydation et la disparition de ces organismes.

Il n'est donc pas douteux que les vases littorales constituent un réceptacle permanent des bactéries apportées par les ruissellements, écoulements, submersion d'ordures, etc. Suivant leur nature, elles constituent pour elles un milieu d'autant plus favorable qu'il reçoit davantage de pollutions d'une façon habituelle (pollutions régulières) et, de ce fait, se trouve riche en matières organiques nutritives.

L'absence d'*Escherichia coli* sur les fonds de sable est due, non seulement au fait qu'ils se trouvent généralement éloignés des zones portuaires alluvionnaires, mais surtout au fait qu'ils constituent un milieu inerte, pauvre en matières organiques et, par là même, hostile à la vie microbienne.

Cette série d'essais confirme que la vase littorale alluvionnaire offre un abri temporaire à *Escherichia coli,* abri d'où il se trouve expulsé par l'agitation du fond. C'est un élément dont il convient de tenir compte dans l'interprétation de la salubrité d'une région ostréicole. Elle montre, en outre, que l'analyse des eaux troublées offre une sensibilité plus grande et une possibilité d'interprétation plus étendue que la seule et traditionnelle analyse d'eau ; il serait donc intéressant d'en tirer parti dans la colimétrie courante, et, particulièrement, dans les études de zones ; il suffirait pour cela de doubler chaque prélèvement d'eau calme, d'un prélèvement effectué au même endroit, après avoir légèrement remué la couche superficielle de vase.

Les résultats d'une telle analyse couplée, « eau calme / eau troublée », pourraient être interprétés de la façon suivante :

des résultats,	*peuvent indiquer :*
mauvais en eau calme et en eau troublée	des pollutions récentes ;
bons en eau calme et en eau troublée	une absence de pollutions depuis plusieurs jours ;
bons en eau calme et mauvais en eau troublée	des pollutions anciennes.

c) ***Autres facteurs d'influence indirecte.***

Coefficient de la marée. Nous avons déjà signalé les différences observées au cours d'une même période de flot et de jusant (heures de marée). Il s'y ajoute l'amplitude de la marée. Comme en rivière, on obtient de meilleurs résultats par petites marées que par marées de vives eaux. Dans ce dernier cas en effet, les parties hautes du littoral, habituellement non atteintes, sont submergées, abandonnant au flot les nuisances de la zone littorale. Enfin les marées de vives eaux déterminent un brassage et une agitation des fonds ayant pour conséquence la remise en suspension des microbes sédimentaires.

Les courants. Dienert (1921) a montré toute l'importance de l'étude des courants en mer dans la recherche de la répartition et de la disparition des germes. Il est, le plus souvent, nécessaire de les déterminer à l'aide de flotteurs immergés, ou de colorants (fluorescéine). L'observation des points d'échouage, ou du chemin parcouru, permettra d'apprécier la vitesse et la direction des courants, les zones mortes ou tourbillonnaires, etc. Elle fournira l'explication de phénomènes qui, sans cela, eussent nécessité de multiples séries d'analyses.

Les vents. Leur influence se manifeste par leur force qui provoque le clapotis et l'agitation de l'eau, et par leur direction en agissant sur les eaux superficielles.

B) Facteurs chimiques.

Dans les bassins submersibles du littoral, il est évidemment très difficile d'apprécier l'influence d'éléments tels que l'oxygène dissous, les matières organiques, la salinité, etc. en raison du court laps de temps qui sépare les submersions successives.

Par contre, l'influence de ces facteurs se fait sentir davantage dans les claires d'affinage ou de verdissement, qui ne sont « mises en eau » qu'à de longs intervalles. Dans ces claires, les teneurs en oxygène dissous sont assez élevées, et on note des pourcentages de saturation généralement compris entre 68 et 81 p. 100 . Ceci est dû à la faible densité des huîtres (de cinq à dix huîtres au mètre

carré, et parfois moins), et au large contact de la nappe d'eau avec l'atmosphère. La salinité y est soumise à des variations assez fortes : ruissellements d'eaux douces, ou alimentation en eaux faiblement chlorurées pour les claires se trouvant en amont des rivières... ou, au contraire, évaporation intense en été.

L'influence de l'ensoleillement, peu sensible en rivière, est ici beaucoup plus profitable, car elle s'exerce sur une faible couche d'eau calme, dont la profondeur, une cinquantaine de centimètres, correspond à la zone utile de pénétration des rayons ultra-violets germicides. Il est probable que, conjuguée à la décantation et à l'action réductrice de l'oxygène dissous, ce facteur est responsable de la disparition des germes dans les claires. En effet, les prélèvements que nous faisons habituellement dans les claires morbihannaises nous donnent toujours des résultats négatifs. Mieux, nous avons pu constater que des claires alimentées en eau de mer dont la colimétrie variait de 400 à 1 000 *Escherichia coli*/litre, ne contenaient plus aucun de ces microbes après vingt quatre heures, dont dix heures d'ensoleillement maximum.

Dates	Pourcentages de saturation d'oxygène dissous	Nombre d'*Escherichia coli*/l
1° *Claire à huîtres en exploitation à Saint-Armel*		
25-II-1959	78,1	800
26 »	74,8	0
27 »	73,2	0
2° *Ancien marais à poisson, désaffecté à Kerstang en Séné*		
25-II-1959	70,3	2 000
26 »	61	1 200
27 »	56,6	1 000
28 »	55,5	800
2-III-1959	52,9	400

TABL. 23. — *Diminutions comparées du nombre d'*Escherichia coli : 1° dans un milieu fortement oxygéné ; 2° dans un milieu pauvre en oxygène (l'alimentation en eau, ayant été faite pour ces deux réservoirs, le 25-II-1959, par une marée de coefficient 107).

A cet égard, il y a toujours une différence très marquée entre la salubrité de ces claires et les marais à poissons, ou les étangs d'eaux saumâtres, dans lesquels les teneurs en oxygène dissous sont beaucoup plus faibles en raison de la pullulation des micro-organismes dans ces eaux rarement renouvelées et du peuplement animal abondant. Dans ces marais la charge microbienne introduite est beaucoup plus longue à disparaître : nous avons vérifié ce fait au cours d'une série d'analyses d'eaux provenant de prélèvements effectués dans une claire à huîtres et dans un ancien marais à poissons, ces deux établissements offrant des conditions topographiques comparables et ayant été alimentés au même moment. Le tableau 23 résume les résultats obtenus. Ceux-ci établissent nettement l'influence bactéricide de l'oxygène dissous.

CHAPITRE II

COLIMÉTRIE DES HUITRES

1° *Densité microbienne générale.*

Les numérations portant sur la totalité des bactéries des trois groupes de notre étude sont, dans l'ensemble, peu élevées : 34,2 p. 100 des résultats sont négatifs, 60,5 p. 100 ne dépassent

pas 600 germes/litre. A noter, cependant, deux fortes numérations de 10 000 et 19 500 germes, provenant des bassins-dégorgeoirs de la région de Séné (tabl. 24).

Nombre total de germes/l	Nombre de résultats	p. 100
0	13	34,2
500 à 600	10	26,3
1 200 à 1 800	6	15,7
2 400	1	2,6
3 000 à 4 000	5	13,1
6 000	1	2,6
10 000	1	2,6
19 500	1	2,6
	38	

TABL. 24. — *Répartition du nombre total des germes des trois groupes, dans les huîtres.*

2° *Espèces rencontrées.*

Le tableau 25 indique la fréquence des représentants des trois groupes de coliformes recherchés. On remarque qu'*Escherichia coli* est, de loin, le plus fréquemment dénombré : il est présent dans 80 p. 100 des résultats positifs.

Mais l'échelle des numérations est relativement restreinte ainsi que le montre, d'après 38 analyses, la répartition numérique de la colimétrie des huîtres la répartition numérique de la colimétrie des huîtres dans les établissements du littoral (parcs et bassins) :

nombre d'*Escherichia coli*	0	600	1 200	1 800	2 400	12 000
nombre d'analyses	18	8	3	3	5	1

On constate donc que la plupart des numérations donnent de 600 à 2 400 germes au litre. On notera cependant une numération de 12 000 à Séné.

Lieux des prélèvements	Nombre d'analyses	Nombre de résultats positifs	Fréquence					
			E. coli	*E. intermedium*	*Citrobacter*	*Cloaca*	*P. coliforme*	*Hafnia*
Pencadénic	10	7	6	2	—	—	—	2
Sarzeau	6	3	2	1	—	—	1	—
Séné	6	6	6	3	1	—	3	3
Arradon	6	4	3	1	—	1	1	2
Locmariaquer	7	5	3	2	—	—	—	2
Saint-Julien	3	0	—	—	—	—	—	—
Total	38	25	20	9	1	1	5	9
Fréquence de dénombrement (en %)			80	36	4	4	20	36

TABL. 25. — *Fréquence de dénombrement des germes des trois groupes dans les huîtres des établissements du littoral* (parcs et bassins).

Le groupe II des « autres coliformes vrais », est assez pauvrement représenté, et le plus souvent par *Escherichia intermedium* dénombré dans 36 p. 100 des résultats positifs. *Citrobacter* a été trouvé une fois à Séné, et *Cloaca* (*Aerobacter*) *aerogenes,* une fois à Arradon.

De la même manière, la flore du groupe III(paracolibacilles), n'est ni très variée, ni très abondante. *Paracoli coliforme,* et surtout *Hafnia,* sont dénombrés fréquemment. Leurs numérations sont généralement faibles, à l'exception des prélèvements des 12-I-1960 et 13-II-1961 à Séné, où on enregistre deux fois un total de 4 000 germes/litre « *Paracoli coliforme-Hafnia* ».

En ce qui concerne les autres espèces, nous avons noté trois fois *Proteus,* dont deux fois à Séné, et une fois à Locmariaquer.

Sur les 38 analyses, l'entérocoque a été trouvé présent douze fois, pour des numérations allant de 300 à 6 000 au litre. Dans un cas seulement (prélèvement du 13-V-1960) à Pencadénic,

l'entérocoque a été trouvé en l'absence de coliformes des groupes I ou II : seul *Hafnia* était présent dans ce prélèvement. Le plus souvent, l'entérocoque a été mis en évidence, concurremment avec *Escherichia coli, Escherichia intermedium* ou *Citrobacter*.

Enfin, *Faecalis alcaligenes* a été identifié une fois dans les huîtres d'un dégorgeoir de Séné (12-IV-1960).

Nous examinerons brièvement les résultats obtenus dans chacune des régions.

Rivage de Pencadénic.

Trois résultats sur dix sont négatifs, et un ne comporte que 500 *Hafnia*. Les autres résultats sont peu élevés, à l'exception du prélèvement du 5-IX-1959 sur parc qui a donné 2 400 *Escherichia coli,* 1 000 *Hafnia,* ainsi que 1 500 entérocoques. A noter qu'en bassin, le prélèvement correspondant a été trouvé positif à 600 *Escherichia coli* seulement.

Côte de Sarzeau.

Les résultats sont favorables : trois sont négatifs, un est positif à 600 *Escherichia coli* et un à 1 200 ; ce dernier comporte en outre 500 *Hafnia* et 600 entérocoques.

Côte de Séné.

Tous les résultats sont positifs, avec numérations le plus souvent élevées : la plus forte d'entre elles a donné 12 000 *Escherichia coli,* 6 000 *Escherichia intermedium,* 1 500 *Paracoli coliforme* et 6 000 entérocoques. Au cours de ce même prélèvement, *Faecalis alcaligenes* a été identifié. Ces dénombrements exceptionnels sont dus aux fortes pluies ayant lessivé le littoral et entraîné les pollutions des villages riverains. A noter également l'existence, en tant que circonstance aggravante, de la forte marée de coefficient 102 , avant submergé les parties hautes du littoral.

Ces résultats, dans l'ensemble défavorables, sont en accord avec ceux des analyses d'eau et confirment la salubrité précaire de cette région.

Côte d'Arradon.

Sur six analyses, deux résultats sont négatifs. Les autres montrent des dénombrements peu élevés. *Escherichia coli* a été décelé trois fois (1 200 à 1 800). En ce qui concerne les représentants du groupe III , les numérations sont peu élevées : de 500 à 1 500 (*Paracoli coliforme* et *Hafnia*). On remarquera, pour les prélèvements des 8-XII-1959 et 10-IX-1960 , la présence de 600 entérocoques, microbes qui n'ont pas été trouvés dans l'eau correspondante.

Locmariaquer.

Un seul résultat est négatif. Les cinq autres possèdent des teneurs microbiennes généralement faibles, sauf le prélèvement du 5-IX-1959 , sur parc, qui a révélé 2 400 *Escherichia coli,* 600 *Escherichia intermedium,* et pour lequel l'entérocoque a également été décelé (300). Il y a lieu de noter aussi la forte numération d'entérocoques (3 000) pour le prélèvement du 20-X-1960 , en l'absence d'*Escherichia coli,* mais concurremment avec *Escherichia intermedium* et *Hafnia.*

Saint-Julien en Quiberon.

Aucun représentant des trois groupes n'a été identifié dans les trois prélèvements d'huîtres provenant du gisement naturel.

Il n'a pas été fait de prélèvements d'huîtres dans le bassin, celui-ci n'étant utilisé que pour le dépôt du naissain.

Pour chacune de ces régions, afin d'éliminer l'influence possible de séjours antérieurs dans des eaux de salubrité différente, nous avions porté attention à ne prélever que des huîtres se trouvant en bassin ou sur parc depuis plus de quinze jours. Malgré cela, on doit constater de fréquentes divergences entre les numérations des huîtres et celles de l'eau correspondante.

Comme cela fut fait pour les eaux, nous rechercherons les facteurs susceptibles d'influer sur la colimétrie des huîtres.

3° *Facteurs qui influent sur la colimétrie des huîtres.*

a) *Le milieu ambiant.*

Les éléments intervenant dans la salubrité des huîtres agissent de façon indirecte, par l'intermédiaire du milieu où elles se trouvent, c'est-à-dire l'eau des parcs ou des bassins-dégorgeoirs.

Colimétrie des huîtres sur parc et en bassin. Nous avons vu que, de par leur disposition, les bassins - dégeorgeoirs se trouvent mieux protégés que les parcs des eaux polluées de flot et de jusant. On pouvait donc s'attendre à de meilleurs résultats dans les dégorgeoirs que sur les parcs voisins, comme cela fut observé pour la colimétrie des eaux.

Lieu des prélèvements	Répartition des résultats (*Escherichia coli*)					
	0	600	1 200	1 800	2 400	12 000
Bassins	52,1	17,3	13	4,3	8,6	4,3
Parcs	40	26,6	—	13,3	20	—

TABL. 26. — *Répartition (en p. 100) de la colimétrie* (Escherichia coli) *dans les huîtres des bassins et des parcs.*

C'est effectivement ce que l'on constate, les huîtres des bassins donnant, dans l'ensemble, des numérations inférieures à celles des huîtres provenant des parcs situés cependant à proximité immédiate (tabl. 26) : 52,1 p. 100 des huîtres des dégorgeoirs ont été trouvées indemnes d'*Escherichia coli,* contre 40 p. 100 seulement pour les huîtres de parcs.

Colimétrie comparée des huîtres et de l'eau.

Germes totaux des trois groupes.

Dans la majorité des cas, les numérations sont plus élevées dans les huîtres que dans l'eau (57,8 p. 100).

Lieu des prélèvements	Nombre d'analyses	Densité microbienne générale			
		plus élevée dans les huîtres	plus élevée dans l'eau	égale dans les huîtres et l'eau	nulle dans les huîtres et l'eau
Bassins	23	14	3	—	6
Parcs	15	8	2	—	5
Total	38	22	5	—	11
	Pourcentage	57,8	13,1	—	28,9

TABL. 27. — *Fréquences comparées des teneurs microbiennes dans les huîtres et dans le milieu.*

Dans 13,1 p. 100 des cas seulement, les résultats sont plus élevés dans l'eau que dans les huîtres.

Enfin, dans 28,9 p. 100 des cas, les dénombrements ont été nuls dans les huîtres et dans l'eau (tabl. 27).

Escherichia coli.

Ces pourcentages, relatifs à la densité microbienne générale, varient sensiblement en ce qui concerne *Escherichia coli,* et l'on remarque notamment (tabl. 28) :

un nombre plus faible de cas dans lesquels la colimétrie est plus élevée dans les huîtres ;
un nombre plus grand de cas dans lesquels la colimétrie est nulle dans les huîtres et dans l'eau.

Si l'on se reporte aux même mesures effectuées pour les prélèvements de rivière, on constate d'importantes différences (tabl. 16), mais il faut remarquer qu'elles avaient été calculées pour

Lieu des prélèvements	Nombre d'analyses	Nombre de résultats dans lesquels la teneur en *Escherichia coli* a été trouvée			
		plus élevée dans les huîtres	plus élevée dans l'eau	égale dans les huîtres et l'eau	nulle dans les huîtres et l'eau
Bassins	23	11	1	—	11
Parcs	15	7	2	1	5
Total	38	18	3	1	16
	Pourcentage	47,3	7,8	2,6	42,1

TABL. 28. — *Fréquences comparées des teneurs en* Escherichia coli, *dans les huîtres et dans le milieu.*

l'ensemble des résultats, c'est-à-dire intéressant aussi bien les stations insalubres d'amont que les stations salubres d'aval. Néanmoins, si l'on retient les seuls résultats des stations salubres, soit : Le Fort Espagnol, Le Harnic et Le Rolay, on observe qu'ils fournissent effectivement des indications assez voisines de celles enregistrées sur le littoral (tabl. 29).

Lieu des prélèvements	Nombre d'analyses	Nombre de résultats dans lesquels la teneur en *Escherichia coli* a été trouvée			
		plus élevée dans les huîtres	plus élevée dans l'eau	égale dans les huîtres et l'eau	nulle dans les huîtres et l'eau
Rivière stations n° 4, 5 et 6 ..	40	23	2	—	15
	Pourcentage	57,5	5	—	37,5
Littoral parcs et bassins ..	38	18	3	1	16
	Pourcentage	47,3	7,8	2,6	42,1

TABL. 29. — *Colimétries comparées dans les huîtres et l'eau : pour les prélèvements de rivière et pour les prélèvements du littoral.*

On remarque cependant qu'une différence assez nette (environ 10 p. 100) subsiste entre rivière et littoral, pour le cas relatif à la colimétrie plus élevée dans les huîtres. Il semble donc qu'en rivière les huîtres aient, plus fréquemment que sur le littoral, une teneur en *Escherichia coli* supérieure à celle du milieu ambiant. Cela est vraisemblablement dû au fait qu'elles sont constamment immergées, alors que les huîtres de parcs sont émergées à chaque marée, et qu'il en est souvent ainsi des bassins également.

Rapport entre la colimétrie des huîtres et celle de l'eau. Procédant de la même manière que pour les huîtres de rivière, nous avons recherché s'il existait un rapport entre ces deux colimétries. Nous avons retenu pour cela les seuls rapports pour lesquels chacun des deux termes est supérieur à 1. Pour ces treize résultats, la supériorité de la colimétrie des huîtres sur celle de l'eau, s'établit selon les coefficients et pourcentages indiqués au tableau 30 .

C'est le coefficient 3 qui est le plus souvent observé. Comme pour les huîtres de rivière, on constate une assez grande variabilité de ces rapports. Néanmoins, il est intéressant de remarquer, lorsque pour un même prélèvement, les huîtres et l'eau sont simultanément colifères, que le rapport de pollution est le plus souvent compris entre 1,5 et 4,5, qu'il s'agisse des prélèvements de rivière, ou littoraux : il en est ainsi dans 58,8 p. 100 des cas en rivière et dans 61,3 p. 100 des cas sur le littoral.

Coefficient	Fréquence	Pourcentage
× 2,5	1	7,6
× 3	5	38,4
× 4	2	15,3
× 6	3	23
× 9	1	7,6
× 12	1	7,6

TABL. 30. — *Coefficients et fréquences du rapport : colimétrie des huîtres/colimétrie de l'eau* (Escherichia coli).

b) ***Les circonstances atmosphériques et la température.***

Nous avons vu l'importance des chutes de pluie qui entraînent au rivage les pollutions terrestres. Mais, comme les autres circonstances atmosphériques (vent, ensoleillement), elles n'interviennent que secondairement sur l'état sanitaire des huîtres, et par l'intermédiaire du milieu ambiant.

C'est ainsi que l'une des causes de la présence de vase intervalvaire dans l'huître, provient de l'agitation de l'eau, elle-même consécutive aux vents, aux courants, etc.

Nous avons indiqué, à l'occasion de l'étude en rivière, qu'on ne pouvait accorder à la vase intervalvaire une influence certaine sur la salubrité des huîtres. Il en va de même dans le cas des huîtres de parcs ou de bassins. A noter d'ailleurs que, dans ces derniers, il est rare de constater la présence de vase dans les huîtres, puisque leur but est précisément de leur faire dégorger en eau claire les matières limoneuses qu'elles ont pu apporter du parc.

En tous cas, qu'il s'agisse d'huîtres de dégorgeoir insuffisamment dégorgées, ou d'huîtres de parc contenant une certaine proportion de vase, il nous a été impossible d'établir une quelconque relation entre cette présence de vase et l'état d'hygiène des huîtres analysées.

L'action de la température est plus sensible : lorsqu'elle descend au-dessous de 5° environ, l'activité de l'huître se ralentit et la filtration peut même cesser complètement, ce qui la soustrait à l'influence du milieu. On rencontre plus fréquemment en bassin qu'en rivière, des températures très basses, car on a affaire à un petit volume d'eau dont l'abaissement thermique est rapide, et parfois accéléré, sous l'influence des vents. La prise de température est donc nécessaire et peut aider, lorsqu'on soupçonne l'inactivité des huîtres, à interpréter les résultats parfois très dissemblables, obtenus pour les huîtres et pour l'eau.

c) ***L'oxygène dissous.***

Il arrive que l'on constate dans les bassins insubmersibles à alimentation périodique, des mortalités d'huîtres survenant au cours de l'été ou au début de l'automne, lors des premières expéditions: elles sont provoquées le plus souvent par une désoxygénation de l'eau consécutive aux fortes chaleurs et à la surcharge des dégorgeoirs en huîtres.

De fréquents renouvellements d'eau permettent d'éviter ces accidents qui s'accompagnent fréquemment d'une élévation de la teneur microbienne. S'il y a difficulté à renouveler l'eau, il est toujours possible de l'aérer à l'aide d'un dispositif quelconque : insufflations d'air, brassage par un batteur à pales, aspiration et refoulement de l'eau avec retombée en cascade, etc.

d) ***La salinité.***

Par suite de leur construction surélevée au-dessus du sol, les bassins-dégorgeoirs ne s'alimentent qu'après deux à quatre heures de flot, et reçoivent donc une eau toujours plus salée que celle des parcs en estuaire. De ce fait, et même en période hivernale de « douçain », il est rare que la dessalure de leurs eaux soit telle qu'elle provoque l'arrêt de la filtration, ou la mort des mollusques.

Les autres facteurs d'ordre chimique : pH, matière organique (toujours en faible quantité dans les dégorgeoirs) n'ont aucune influence directe appréciable sur les huîtres.

QUATRIEME PARTIE

APPLICATION A L'HYGIÈNE OSTRÉICOLE

Les analyses d'eaux et d'huîtres effectuées en rivière et sur le littoral, ont mis notamment en lumière :

la diversité des espèces rencontrées,

la diversité des numérations enregistrées, pour des lieux ou des moments fort proches.

On touche là aux difficultés qui embarrassent l'hygiéniste chargé de la détermination et de la surveillance des zones et des établissements ostréicoles.

1° Quelle signification doit-on accorder à ces germes ?

2° Peut-on établir une échelle bactériologique correspondant à différents degrés de salubrité ?

3° Cette échelle est-elle applicable à l'hygiène ostréicole ?

C'est à ces trois questions que nous tenterons de répondre dans cette quatrième partie de notre étude.

1° *Signification hygiénique des bactéries coliformes.*

Escherichia coli est, actuellement, unanimement reconnu comme le meilleur indice de contamination fécale. C'est à la fois un germe spécifique, sensible, et suffisamment résistant. Nous l'avons toujours trouvé dans les prélèvements dont la pollution était manifeste. Mais nous l'avons parfois identifié, aussi, dans des endroits apparemment salubres, tels la station du Harnic en rivière, et divers établissements réputés salubres. Toutefois, sa présence traduisait toujours une contamination plus ou moins importante, mais que l'enquête ultérieure permettait, dans chaque cas, de repérer et d'expliquer.

Le genre *Citrobacter* est presque uniquement représenté par l'ancien *Escherichia freundii*. On le rencontre fréquemment dans les stations polluées d'amont, en rivière, et dans les zones littorales souillées. Il est toujours accompagné d'*Escherichia coli* et, très souvent, de germes putrides et d'entérocoques. Il constitue donc un indice de contamination valable, mais sa faible résistance aux agents extérieurs, et notamment au milieu fluvio-marin, lui enlève une bonne part de son intérêt. On ne saurait, en particulier, se baser sur son absence pour déclarer une eau non polluée. Par contre, associé à *Escherichia coli,* il confirme une contamination proche et grave.

Escherichia intermedium et *Cloaca* sont, généralement, peu nombreux dans les eaux polluées, mais leur haute résistance au milieu marin leur permet de subsister jusqu'en aval de la rivière, alors que les autres germes ont disparu. Ceci explique l'inversion constatée dans la composition de la flore, d'amont en aval. Cependant, leur absence fréquente dans des eaux où abondent les autres signes de pollution, de même que leur présence en des lieux que divers autres critères permettent de considérer comme normalement salubres, nous font obligation de ne leur accorder qu'une importance relative. Nous estimons, en définitive, qu'on ne peut les retenir valablement comme un signe de contamination en hygiène ostréicole, les *Aerobacter* notamment (*Cloaca* ou *Enterobacter*) pouvant être considérés le plus souvent comme d'origine végétale ou tellurique.

En ce qui concerne les paracolibacilles, nous avons indiqué la distinction qu'il nous paraît utile de faire, du point de vue de l'hygiène, entre *Paracoli coliforme* et *Hafnia*. En effet, le premier a une signification très voisine, sinon identique à celle d'*Escherichia coli* à qui il est fort souvent associé dans les eaux souillées (stations amont, en rivière ou zones littorales insalubres). Par contre, *Hafnia*, décelé fréquemment dans les eaux faiblement polluées, semble avoir une signification plus anodine.

Ces Paracolibacilles sont-ils des formes stables et bien individualisées, ou au contraire dérivent-ils des germes-types, dont ils ne sont distincts, du point de vue biochimique, que par des réactions saccharolytiques atténuées ? De fait, nous avons souvent observé les associations suivantes :

Escherichia coli et *Paracoli coliforme*
Escherichia intermedium et *Hafnia* (ancien *Paracoli intermedium*).

Bien que les résultats de cette étude ne nous permettent pas de nous prononcer sur la dualité de ces microbes, nous pensons qu'il convient d'accorder aux paracolibacilles une signification hygiénique voisine de celle des germes dont ils dérivent.

A cet égard, nous estimons que les bactéries suivantes sont à retenir, dans une évaluation de la salubrité des eaux marines ou fluvio-marines :

en premier lieu : *Escherichia coli*,
en second lieu : *Citrobacter*,
enfin les paracolibacilles aux propriétés biochimiques comparables aux espèces ci-dessus, c'est-à-dire : *Paracoli coliforme*, et le groupe « *Ballerup-Bethesda* ».

Il nous semble, par contre, inutile de rechercher - et en tous cas difficile de leur accorder une signification sanitaire précise - les *Escherichia intermedium* et les *Cloaca*, ainsi que les paracolibacilles correspondants, c'est-à-dire *Hafnia* et *Paracoli aerogenoides*.

Nonobstant ces réserves, il pourra être intéressant, dans certaines études, de procéder à un dénombrement des trois groupes microbiens, et à la détermination des espèces. Si la durée de l'analyse est un obstacle, on se bornera à effectuer :

la numération des coliformes vrais sur bouillon lactosé (ou bouillon de Mac Conkey), incubé à 37° ;

une subculture en milieux sélectifs : eau peptonée phéniquée à 0,85 p. 100 incubée à 42° ; ou mieux, pratique des tests de Mackenzie, Taylor et Gilbert : recherche de l'indole en eau peptonée ordinaire, et de gaz en bouillon lactosé bilié et au vert brillant, tous deux incubés à 44°.

On obtient ainsi le nombre de coliformes vrais, le nombre d'*Escherichia coli*, et par différence, le nombre de représentants du groupe II : *Escherichia intermedium*, *Citrobacter* et *Cloaca*.

Si l'on désire rechercher les paracolibacilles, on pourra, soit effectuer des repiquages, à partir des tubes lactosés ayant montré une culture avec ou sans gaz, soit procéder à un ensemencement direct sur gélose au désoxycholate - citrate-lactose. Dans l'un et l'autre cas, il est indispensable de procéder à des subcultures sur milieux de diagnostic.

Cependant, plus que la recherche de ces espèces secondaires, nous estimons préférable, en hygiène ostréicole, de s'en tenir à la recherche du seul *Escherichia coli*, à l'aide d'une méthode élective efficace et simple. A ce propos, et bien qu'il s'agisse d'un milieu « peu moderne », nous ne pouvons que recommander le milieu de Vincent : il permet de cultiver presque exclusivement *Escherichia coli*. Seul, *Paracoli coliforme* est susceptible de donner la réaction d'indole dans ces conditions de culture. Mais, étant donné la signification hygiénique très proche de ces deux variétés, nous considérons cela non comme un inconvénient mais plutôt comme un avantage.

En ce qui concerne les streptocoques fécaux du Groupe D de Lancefield, de nombreux bactériologistes, et notamment Buttiaux (1958) ont signalé l'intérêt de l'association : *Escherichia-Streptocoques D.* dans la recherche des contaminations alimentaires : hôtes habituels de l'intestin de l'homme et des animaux, ces organismes devraient constituer un bon indice de souillure fécale. Mais leur abondance dans le milieu extérieur, parfois en dehors de toute nuisance fécale, comme aussi leur absence ou leur faible densité dans des produits pollués, les font néanmoins considérer souvent comme des témoins peu sensibles, peu résistants, et même peu spécifiques de contamination fécale.

Dans notre étude, nous n'avons trouvé les entérocoques que très rarement en l'absence d'*Escherichia coli*. Par contre, ils sont quelquefois absents, ou en petit nombre, dans des prélèvements à colimétrie élevée.

Leur comportement dans le milieu marin est peu connu : ils y sont assez peu résistants, ce qui leur donne une valeur indicative de souillure proche. A cet égard, associés à *Escherichia coli*, on peut les considérer comme un bon indice complémentaire d'insalubrité. Toutefois, en l'absence d'une étude approfondie de cette espèce en milieu marin, il nous semble jusqu'à présent prématuré de leur accorder une importance comparable à celle d'*Escherichia coli*.

En fait, en pratique courante d'hygiène ostréicole, *Escherichia coli* demeure encore le meilleur test de salubrité. Il permet un diagnostic indiscutable, pourvu qu'il soit établi en fonction de conditions de prélèvement rigoureuses, et en se basant sur une échelle d'appréciation bactériologique appropriée.

C'est pourquoi, nous avons proposé la recherche de ce germe, simultanément en eau calme et en eau troublée, ainsi que dans les huîtres qui ont une meilleure valeur indicative que l'eau seule.

Enfin, l'application de l'échelle d'appréciation bactériologique que nous étudions et proposons dans le paragraphe suivant, permettra de parfaire le diagnostic.

2° *Echelle d'appréciation bactériologique.*

Nous avons vu la variabilité des numérations d'*Escherichia coli* qui, même pour des zones ou des établissements salubres, atteignent 200, 400, 600 germes au litre, et parfois plus. Pour les huîtres, ces numérations sont nettement plus élevées.

Faut-il donc les considérer comme insalubres ? Sinon, où commence l'insalubrité ?

Escherichia coli étant l'indice d'une souillure fécale, on peut en conclure que ces eaux ou ces huîtres ont été soumises, sinon à une contamination directe excrémentielle, du moins à des nuisances plus ou moins fortes, plus ou moins proches, mais cependant indiscutables.

Dans ces conditions, le nombre plus ou moins élevé de ces microbes est le seul critère permettant d'évaluer l'intensité de la pollution.

Rappelons, à ce propos, que le Ministère de la Santé publique considère comme impropre à la consommation toute eau contenant au moins un *Escherichia coli* dûment identifié dans 50 ml. De son côté, l'Organisation mondiale de la Santé recommande les normes de qualité bactériologique suivantes, pour les eaux de boisson :

pour l'eau non traitée : l'indice M.P.N., c'est-à-dire le « nombre le plus probable » (most probable number) d'organismes présents dans 100 ml d'eau devra être inférieur à 10, pour 90 p. 100 des échantillons analysés ; dans aucun cas, il ne devra dépasser 20 ;

pour l'eau traitée : absence de bactéries coliformes, ou indice M.P.N. inférieur à 1,0 pour 90 p. 100 des échantillons ; de plus, dans aucun des échantillons, l'indice M.P.N. ne devra être supérieur à 10.

Outre l'intérêt qu'elles présentent pour la santé publique, il est évident que ces normes sont très commodes pour l'hygiéniste. A ce double point de vue, il serait intéressant de les utiliser dans le cas des eaux marines et des coquillages. Mais leur application directe est impossible : cela reviendrait, non seulement à supprimer l'ostréiculture, mais encore à interdire les baignades sur la plupart des plages de France. En réalité, les eaux marines et les coquillages constituent un milieu hétérogène tellement différent, de divers points de vue (chimique, biologique et microbien), des eaux de consommation, qu'il est impossible d'appliquer aux uns les critères bactériologiques des autres. Aussi, la plupart des hygiénistes sont-ils d'accord pour admettre que les normes de l'eau de boisson sont inapplicables aux eaux marines et aux coquillages, et qu'on peut tolérer dans ces produits un nombre plus élevé de bactéries.

Toutefois, les opinions sont divergentes sur les taux de colimétrie acceptables. Certains pays ont établi des standards bactériologiques applicables aux eaux et aux coquillages : ils diffèrent d'un pays à l'autre.

Le Comité canadien d'Hygiène avait précisé des standards portant sur le nombre total de coliformes et le nombre total de germes aérobies par litre. En ce qui concerne les coliformes :

moins de 24 000 coliformes au litre, constituait la classe I « acceptable » ;

moins de 1 600 000 coliformes au litre, constituait la classe II « acceptable, sous réserve d'enquête locale » ;

la classe III comprenait les numérations supérieures à ce chiffre.

Mais des travaux ultérieurs montrèrent la difficulté d'application de ces normes qui ont été abandonnées. Actuellement, l'évaluation de la salubrité des eaux et des coquillages est faite comme aux Etats-Unis. Dans ce pays, les standards employés constituent davantage un guide, qu'une norme officielle. Les zones ostréicoles ont été classées en :

zone autorisée (n° 1) : le nombre de coliformes doit être inférieur à 70 par 100 ml (M.N.P.) ;

zone autorisée sous condition (n° 2) ayant une colimétrie analogue à la précédente, mais soumise à des exigences particulières d'assainissement ;

zone soumise à restrictions (n° 3) ; le nombre de coliformes est compris entre 70 et 700 ml (M.N.P.) ; les coquillages pêchés ne peuvent être utilisés que sous certaines conditions ;

zones prohibées (n° 4 et 5), dont la colimétrie est supérieure à 700 coliformes par 100 ml (M.P.N.), et où la récolte des coquillages est interdite.

En ce qui concerne les huîtres, elles sont considérées comme « suspectes », si elles contiennent plus de 230 *Escherichia coli* par 100 ml.

En Angleterre, Knott, puis Sherwood et Thomson avaient établi les standards suivants pour les huîtres :

jusqu'à 5 *Escherichia coli* par ml : classe I « satisfaisante »,
de 6 à 15 *Escherichia coli* par ml : classe II « suspecte »,
plus de 15 *Escherichia coli* par ml : classe III « très suspecte vente interdite ».

Actuellement, la tendance est de tolérer seulement deux à trois *Escherichia coli* par ml, selon le procédé des « roll-tubs ». Toutefois, il ne s'agit pas d'une norme officielle.

Le contrôle sanitaire hollandais considère comme salubres, les huîtres renfermant moins de 1 000 *Escherichia coli* au litre.

En France, l'Institut des Pêches maritimes n'applique pas de normes rigides et uniformes mais attache une grande importance, d'une part, à l'enquête topographique, d'autre part, aux variations de la colimétrie, en vue de dépister les contaminations éventuelles, et de comparer les conditions de salubrité des diverses zones et des établissements conchylicoles.

De son côté, Buttiaux (1955) estime trop larges les standards étrangers. Il pense, également, qu'il convient d'attacher une grande importance aux conditions topographiques et d'environnement des zones ostréicoles, et se prononce pour l'interprétation du couple : *Escherichia coli-Streptococcus faecalis* déjà proposé par Wilson et Mac Cleskey.

Comme on le voit, une norme bactériologique des eaux marines et des coquillages laisse place à des critiques et à des interprétations diverses. Ceci ne saurait surprendre lorsqu'on connaît les variations de la colimétrie, dont nous avons vu combien elles sont nombreuses pour une même région.

C'est pourquoi il eut été vain, dans les conditions limitées de notre expérimentation, d'étudier l'établissement d'une norme d'application générale.

Néanmoins, dans le cadre régional de notre étude, nous croyons possible de proposer une « échelle d'appréciation bactériologique » de la qualité des huîtres. Cette échelle, qui utilise les conclusions de la présente étude, est destinée à préciser et classer les numérations obtenues et les appréciations qui peuvent être formulées sur la qualité bactériologique des eaux et des coquillages.

Dans une telle recherche, on est tenté d'établir une gradation à partir des renseignements acquis antérieurement et à effectuer un classement « en tranches ». Cette façon de procéder *a posteriori* est évidemment acceptable, mais nous avons jugé préférable d'utiliser, pour la mise au point d'une telle échelle, les résultats de nos prélèvements effectués en rivière. Cette méthode nous paru plus rigoureuse, car nous disposions d'une source connue de pollutions (égouts d'Auray)

nous permettant de délimiter des zones de moins en moins polluées, l'accroissement de la salubrité étant dû à une disparition effective des microbes, et non à leur absence initiale momentanée, comme cela se remarque fréquemment sur le littoral. De plus, l'origine des huîtres draguées nous était connue, ce qui n'est pas toujours le cas dans les bassins ostréicoles.

Afin de rester dans des limites admissibles, nous n'avons pas retenu les prélèvements effectués dans les zones polluées (Port d'Auray ou station du Plessis), ou très pures (station du Rolay).

Il serait naturellement souhaitable que l'ostréiculture ne s'exerce que dans de telles zones très salubres. Mais ces eaux, on pourrait dire « purissimes », ne se rencontrent qu'au large ou en des endroits du littoral que leur éloignement ou leur inaccessibilité soustraient aux pollutions. En admettant que les conditions biologiques le permettent, la création d'établissements en de tels endroits serait, le plus souvent, pratiquement irréalisable, en raison des difficultés d'exploitation. Il convient de tenir compte des réalités ; aussi, nous sommes-nous efforcés de déterminer des limites de salubrité pratiques, raisonnablement et aisément applicables.

Pour cela, nous avons retenu les quatre stations intermédiaires du Harnic, du Fort Espagnol, de Locqueltas et de Rosnarho, qui offrent une bonne gradation de salubrité décroissante.

Zone salubre (prélèvements de la station du Harnic).

Malgré sa situation très favorable (cette station se trouve dans l'embouchure de la rivière, en plein courant, à dix kilomètres en aval du port d'Auray et à plus de 500 m de la côte), *Escherichia*

Eaux (16 analyses)			Huîtres (16 analyses)		
Colimétrie (*E. coli*)	Nombre de résultats	p. 100	Colimétrie (*E. coli*)	Nombre de résultats	p. 100
0	12	75	0	8	50
200	2	12,5	600	6	37,5
400	1	6,2	1 200	2	12,5
800	1	6,2			

TABL. 31. — *Répartition des résultats de la colimétrie* (Escherichia coli) *dans la station du Harnic.*

Eaux (16 analyses)			Huîtres (16 analyses)		
Colimétrie (*E. coli*)	Nombre de résultats	p. 100	Colimétrie (*E. coli*)	Nombre de résultats	p. 100
0	3	18,7	0	1	6,2
200	1	6,2	600	3	18,7
400	7	43,7	1 200	5	31,2
600	3	18,7	1 800	3	18,7
800	1	6,2	2 700/3 000	4	25
2 000	1	6,2			

TABL. 32. — *Répartition des résultats de la colimétrie* (Escherichia coli) *dans la station du Fort Espagnol.*

coli a été trouvé quatre fois dans l'eau et huit fois dans les huîtres, sur seize analyses. Cependant les numérations sont faibles, à l'exception d'une seule (série 15) où 800 *Escherichia coli* ont été dénombrés.

On peut, dans l'ensemble, considérer cette station comme « salubre » (tabl. 31).

Zone salubre, mais soumise à de petites contaminations (prélèvements de la station du Fort Espagnol).

Qu'il s'agisse des eaux ou des huîtres, le pourcentage des résultats négatifs diminue, tandis que le plafond de la colimétrie s'élève. On note que 87,3 p. 100 des résultats ne dépassent pas 600 *Escherichia coli*/litre, et 75 p. 100 ne dépassant pas 1 800 *Escherichia coli*/litre, pour les huîtres. On retrouve, pour les eaux, le résultat anormalement élevé de la série 15 (2 000 *Escherichia coli*), déjà signalé au Harnic (tabl. 32).

Zone de salubrité suspecte (prélèvements de la station de Locqueltas).

L'étalement des résultats positifs et la colimétrie relativement élevée témoignent de contaminations moyennes nombreuses. On note, en outre, des contaminations irrégulières et fortes : 8 000

Eaux (16 analyses)			Huîtres (16 analyses)		
Colimétrie (*E. coli*)	Nombre de résultats	p. 100	Colimétrie (*E. coli*)	Nombre de résultats	p. 100
0	3	18,7	0	1	6,2
200	2	12,5	600	1	6,2
400	1	6,2	1 200	3	18,7
550/600	2	12,5	1 800	1	6,2
800	1	6,2	2 400	2	12,5
900	1	6,2	3 000	2	12,5
1 000	2	12,5	3 600	4	25
1 200	1	6,2	5 700/6 000	2	12,5
1 300	1	6,2			
2 000	1	6,2			
8 000	1	6,2			

TABL. 33. — *Répartition des résultats de la colimétrie* (Escherichia coli) *dans la station de Locqueltas.*

Eaux (16 analyses)			Huîtres (16 analyses)		
Colimétrie (*E. coli*)	Nombre de résultats	p. 100	Colimétrie (*E. coli*)	Nombre de résultats	p. 100
400	2	12,5	3 000/3 900	7	43,7
600	1	6,2	5 700/6 000	6	37,5
800	3	18,7	18 000	2	12,5
900	1	6,2	30 000	1	6,2
1 000	3	18,7			
2 000	3	18,7			
4 000	1	6,2			
6 000	1	6,2			
10 000	1	6,2			

TABL. 34. — *Répartition des résultats de la colimétrie* (Escherichia coli) *dans la station de Rosnarho.*

Escherichia coli dans les eaux de la série 15 et 6 000 *Escherichia coli,* dans les huîtres de la série 13 (tabl. 33).

Zone insalubre (prélèvements de la station de Rosnarho).

L'insalubrité de cette zone est manifeste. On remarque en effet :

l'absence de tout résultat négatif (eaux et huîtres) ;

la fréquence des résultats positifs : 37,3 p. 100 des eaux ont une colimétrie de 2 000 *Escherichia coli* et plus, 56,2 p. 100 des huîtres ont une colimétrie de 6 000 *Escherichia coli* et plus ;

la colimétrie très élevée de certains résultats : un résultat de 10 000 *Escherichia coli* dans une eau, des résultats de 18 000 et 30 000 *Escherichia coli,* dans deux prélèvements d'huîtres.

La seule colimétrie traduit de façon suffisamment éloquente l'insalubrité de cette station ; mais elle est encore confirmée par la présence des autres témoins de contamination : bactéries putrides, entérocoques, etc. (tabl. 34).

Ces quatre stations correspondent bien à des états de salubrité décroissante, d'aval en amont, ces divers états étant définis par les notions de fréquence et de plafond des résultats positifs.

Pour les eaux.

On observe que 93,7 p. 100 des résultats du Harnic et 87,3 p. 100 des résultats du Fort Espagnol ont une colimétrie le plus souvent inférieure, ou au plus égale à 600 *Escherichia coli* au litre.

A Locqueltas, ce plafond n'est atteint que dans 50 p. 100 des cas, tandis que 31,1 p. 100 des résultats sont compris entre 600 et 1 200 *Escherichia coli*/litre, et que 18,6 p. 100 dépassent cette limite.

Quant aux prélèvements de Rosnarho, 18,7 p. 100 seulement des résultats atteignent 600 *Escherichia coli*/litre, alors que 43,6 p. 100 sont compris entre 600 et 1 200 et que 37,3 p. 100 sont supérieurs à ce chiffre.

Il semble ainsi que les limites de 600 et 1 200 *Escherichia coli*/litre, correspondent en fait à des paliers de salubrité, permettant la gradation suivante :

a) Résultats négatifs : satisfaisants.

b) Résultats compris entre 1 et 600 *Escherichia coli*/litre : acceptables, mais indiquant une contamination légère qu'il y a lieu de rechercher.

c) Résultats compris entre 601 et 1 200 : suspects, indiquant des contaminations moyennes ; ils doivent être suivis d'enquête et d'analyses confirmatives ultérieures.

d) Résultats supérieurs à 1 200 *Escherichia coli*/litre : défavorables, ils indiquent une forte contamination.

Pour les huîtres.

Nous avons montré, qu'à de rares exceptions près, elles sont plus polluées que l'eau qui les baigne, le rapport de pollution ayant été trouvé compris entre 1,5 et 4,5 pour environ 59 p. 100 des cas en rivière et 61 p. 100 des cas dans les établissements du littoral. Les échanges microbiens entre l'huître et le milieu sont soumis à des variations et à des conditions biologiques si complexes, qu'on ne saurait retenir avec certitude un rapport plutôt que l'autre. Cependant, compte tenu de ce qui précède et des résultats d'analyses des huîtres provenant des quatre stations ci-dessus, il semble que des « paliers » parallèles à ceux fixés pour l'eau, puissent, également, être déterminés pour les huîtres.

On observe, ainsi, que tous les résultats du Harnic et 75 p. 100 de ceux du Fort Espagnol ne dépassent pas 2 500 *Escherichia coli*/litre.

A Locqueltas, cette limite n'est atteinte que dans 49,8 p. 100 des cas, tandis que 37,5 p. 100 des résultats sont compris entre 2 501 et 5 000 *Escherichia coli*/litre, deux résultats étant supérieurs à cette limite.

Par contre, à Rosnarho, on note 43,7 p. 100 des résultats compris entre 2 501 et 5 000, tandis que 56,2 p. 100 excèdent largement ce chiffre.

Il semble donc que ces paliers de 2 500 et 5 000 *Escherichia coli*/litre, correspondent à des états sanitaires distincts, sensiblement parallèles à ceux définis pour les eaux. On observera que le

rapport entre cette échelle colimétrique des huîtres et celle de l'eau, est sensiblement de 4, ce qui est en accord avec nos observations précédentes.

L'échelle bactériologique applicable aux huîtres peut donc être déterminée, parallèlement à celle de l'eau, de la façon suivante :

a) Résultats négatifs : satisfaisants.

b) Résultats compris entre 1 et 2 500 *Escherichia coli*/litre : acceptables, mais indiquant une contamination légère qu'il y a lieu de rechercher.

c) Résultats compris entre 2 501 et 5 000 *Escherichia coli*/litre : suspects, indiquant une contamination moyenne ; ils doivent être suivis d'enquête et d'analyses confirmatives ultérieures.

d) Résultats supérieurs à 5 000 *Escherichia coli*/litre : défavorables, ils indiquent une forte contamination.

Le tableau 35 résume les quatre classes de l'échelle d'appréciation bactériologique, proposée pour l'évaluation de la salubrité des eaux conchylicoles et des huîtres.

Classes	Colimétrie/litre (*Escherichia coli*)	
	eaux	huîtres
Classe I. Résultats satisfaisants	0	0
Classe II. Résultats acceptables	1 à 600	1 à 2 500
Classe III. Résultats suspects	601 à 1 200	2 501 à 5 000
Classe IV. Résultats défavorables	> 1 200	> 5 000

TABL. 35. — *Echelle d'appréciation bactériologique des eaux et des huîtres.*

3° *Application de l'échelle d'appréciation bactériologique.*

Cette échelle est destinée à faciliter un premier diagnostic. Elle ne saurait présenter une valeur absolue, car si la salubrité peut, à la rigueur, être définie par l'absence de micro-organismes, l'insalubrité n'ayant pas de limite, est forcément une notion relative. Quels qu'ils soient les résultats de la colimétrie n'ont de valeur, dans une étude d'hygiène, que relativement les uns aux autres : c'est ainsi que certains résultats de Rosnarho ne sont pas plus défavorables que certains résultats du Harnic. Seulement, dans le premier cas, les résultats acceptables sont exceptionnels, alors que dans le second cas, ils sont la règle.

Cela n'amoindrit pas l'intérêt de chaque résultat qui possède effectivement une valeur intrinsèque : c'est ainsi qu'un résultat de 200 *Escherichia coli*/litre, par exemple, est acceptable, d'où qu'il vienne : zone réputée salubre, ou présumée polluée. Mais cela ne veut pas dire que cette zone soit habituellement exempte de pollution. De même, un résultat de 2 000 *Escherichia coli*/litre est indiscutablement défavorable, d'où qu'il vienne. Même si le prélèvement a été fait dans une zone habituellement salubre, il ne peut que signifier une pollution, fut-elle accidentelle.

A cet égard, l'échelle d'appréciation bactériologique permettra une première et sûre évaluation de la salubrité, compte tenu des conditions locales, au moment du prélèvement. Mais, seule la répétition de résultats inclus dans l'une ou l'autre classe de l'échelle, permettra d'assurer le diagnostic dans un sens ou dans l'autre. Nous rappelons à ce propos, qu'une analyse complète doit toujours comprendre une analyse d'eau et une analyse d'huîtres. Nous avons montré d'autre part que l'intérêt

de l'analyse d'eau peut être accru par la réalisation et l'interprétation correcte de l'analyse couplée : « prélèvement en eau calme et prélèvement en eau troublée ».

L'échelle d'appréciation bactériologique doit donc permettre à l'hygiéniste d'orienter sa décision à l'occasion d'études sanitaires littorales, de classement de zones ostréicoles ou de gisements, etc. Mais elle recevra naturellement son application la plus fréquente dans l'évaluation des résultats d'analyses du contrôle courant effectué dans les établissements ostréicoles : parcs d'élevage, claires, bassins-dégorgeoirs etc.

Afin d'en vérifier l'application pratique, nous l'avons confrontée avec les résultats d'analyses provenant :

1° de cette étude, prélèvements faits dans les établissements du littoral ;

2° des prélèvements effectués au cours des dernières années dans les établissements ostréicoles morbihannais dont nous avons la charge.

1° Examen des résultats de cette étude.

Etablissements de Pencadénic. Seuls deux résultats sont à classer, pour les eaux (parcs), dans la catégorie « suspecte » : ils correspondent à des prélèvements faits sur parc (eau limoneuse), à 2 h 30 et 5 h de jusant, au cours de très fortes marées. La pollution de ces eaux provient sans nul doute du lessivage momentané des parties hautes du littoral.

Toutes les huîtres sont à classer dans les catégories I ou II.

Etablissements de Sarzeau. La quasi-totalité des résultats « eaux » et « huîtres » sont satisfaisants : ils confirment bien la salubrité de cette région ne recevant qu'exceptionnellement de faibles nuisances.

Etablissements des plages de Séné. L'étalement des résultats traduit bien l'état sanitaire instable de cette région, victime des ruissellements des villages côtiers. Pour les eaux : il y a un seul résultat satisfaisant, trois sont à classer dans la catégorie « acceptable », un dans la catégorie « suspecte », un enfin, dans la catégorie « défavorable ». Pour les huîtres, il n'y a aucun résultat satisfaisant, cinq sont à inclure dans la classe « acceptable », et un dans la classe « défavorable ».

L'échelle bactériologique donne une représentation exacte de la salubrité irrégulière, et généralement « suspecte », de cette région.

Etablissements d'Arradon. 50 p. 100 des résultats « eaux » et « huîtres » sont à inclure dans la classe I (satisfaisants), et 50 p. 100 dans la classe II (acceptables). On a, ainsi, une représentation excellente de la salubrité de cette région, sensiblement moins bonne que celle de la côte de Sarzeau, par exemple.

Etablissements de Locmariaquer. Pour les eaux, quatre résultats sur sept sont négatifs, les trois autres étant à classer « acceptables ». Pour les huîtres, la répartition est identique.

Nous avons donc, là également, une bonne représentation de l'état d'hygiène de cette région, soumise aux petites contaminations issues des habitations littorales de l'agglomération.

Plage de Saint-Julien (baie de Quiberon). Tous les résultats étant négatifs, le diagnostic sanitaire, ne pose évidemment aucun problème : il s'agit là d'une région très salubre.

Zones de Vannes et d'Auray. Enfin, en ce qui concerne les huit prélèvements d'eau effectués dans les zones insalubres de Vannes et d'Auray, un seul résultat est à classer dans la catégorie « acceptable » et un dans la catégorie « suspecte », les six autres dépassent largement la limite de la classe IV, et correspondent bien à des eaux souillées.

2° Examen des résultats du contrôle courant.

Nous avons effectué le classement, selon notre échelle, des 338 résultats d'analyses d'eaux et des 170 résultats d'analyses d'huîtres, correspondant aux prélèvements opérés par l'Institut des Pêches maritimes, au cours des années 1958, 1959 et 1960, dans les établissements ostréicoles morbihannais (tabl. 36).

Si l'on remarque une différence appréciable entre les eaux et les huîtres pour les classes I et II, on note, par contre, que les pourcentages additionnés de ces deux classes fournissent des proportions très voisines : 90,6 p. 100 des eaux, et 88,7 p. 100 des huîtres, indiquant des résultats satisfaisants ou acceptables.

Classes	Eaux	Huîtres
Classe I. (Résultats satisfaisants	70,9	53,5
Classe II. Résultats acceptables	19,7	35,2
Classe III. Résultats suspects	5,3	7,6
Classe IV. Résultats défavorables	3,8	3,5

TABL. 36. — *Répartition* (*en p.* 100), *selon l'échelle bactériologique proposée, des résultats d'analyses d'eaux et d'huîtres provenant des établissements ostréicoles morbihannais.*

De même, les pourcentages des résultats des classes III et IV sont très voisins pour les eaux et les huîtres.

Nous avons effectué l'examen de chaque résultat des deux dernières classes. Nous avons pu constater qu'ils proviennent, dans tous les cas, soit d'une région soumise à contaminations moyennes, soit d'établissements recevant des pollutions fortes et exceptionnelles correspondant à un état d'insalubrité momentané, mais toujours nettement caractérisé.

Cette confrontation de l'échelle bactériologique avec les résultats de notre étude, et les résultats anciens du Service sanitaire de l'Institut des Pêches maritimes, nous confirme que la gradation proposée correspond parfaitement aux divers états sanitaires rencontrés, tels qu'ils peuvent être définis par la méthode de dépouillement des résultats antérieurs et l'enquête topographique sur les conditions générales d'environnement. La confirmation qui nous est ainsi donnée de sa valeur et de son intérêt dans l'évaluation de la salubrité des eaux marines et des huîtres, nous permet d'en recommander l'usage aux diverses personnes chargées du contrôle et de l'hygiène ostréicoles.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Au cours des années 1959 et 1960, a été réalisé une étude de bactériologie et d'hygiène relative au comportement des entérobactéries dites « coliformes » dans les milieux marins et d'estuaire, où sont situés les gisements d'huîtres, les parcs et les établissements ostréicoles de la région d'Auray et du golfe du Morbihan.

Nous résumerons les aspects essentiels de ces recherches, les conclusions auxquelles elles conduisent et l'application pratique qui peut en être faite en hygiène ostréicole.

I. - Faisant suite à une courte monographie sur l'ostréiculture en France, un chapitre concernant les bactéries coliformes résume nos connaissances sur ces germes dont la taxonomie instable s'est trouvée à nouveau modifiée au cours de notre étude.

Les changements intervenus se traduisent par une simplification de la systématique, obtenue notamment par le regroupement des germes dits « intermédiaires » et des paracolibacilles.

Si la plupart des groupements actuels se justifient en ce qui concerne les réactions biochimiques et les constituants antigéniques, nous formulons cependant des réserves, du point de vue de l'hygiène, pour certains cas. C'est ainsi qu'*Escherichia intermedium,* classé avec *Escherichia freundii* et *ballerup-bethesda* dans le genre *Citrobacter,* n'a pas la même signification de pollution grave que ces derniers. De même, *Paracoli coliforme,* identifié fréquemment dans des échantillons pollués, et ayant une signification analogue à celle d'*Escherichia coli,* doit être dissocié des *Hafnia* qui ne constituent pas un indice de contamination formelle.

L'étude a porté sur la recherche et le dénombrement des coliformes vrais : *Escherichia coli, Escherichia intermedium, Citrobacter* et *Cloaca,* et des paracolibacilles : *Paracoli coliforme* et *Hafnia.* En outre, les streptocoques fécaux ont été accessoirement recherchés, ainsi que les *Providencia,* naguère classés dans les paracolibacilles et situés maintenant dans les *Proteae.*

Un chapitre a été consacré aux méthodes étrangères et françaises, concernant la bactériologie des eaux de consommation, et celles des eaux marines et des coquillages. Il a précisé en outre les méthodes personnelles utilisées, notamment en ce qui regarde la recherche des paracolibacilles.

II. - *Etude des eaux.*

a) *Etude en rivière.* Elle a permis de noter les divers aspects du comportement des bactéries coliformes, et le mécanisme de leur disparition dans ce milieu.

1° D'amont en aval, les germes diminuent, d'abord, d'une façon massive dans la première partie du parcours. Une phase d'accoutumance relative intervient ensuite, durant laquelle, la disparition est plus lente. Celle-ci est complète en aval.

2° La flore microbienne est riche et variée dans les stations d'amont : on trouve en abondance *Escherichia coli* (60 p. 100 du nombre total de germes), de nombreux *Citrobacter,* des bactéries putrides et des entérocoques. Les *Escherichia intermedium* et les *Cloaca* sont relativement peu nombreux. Parmi les paracolibacilles, *Paracoli coliforme* et *Hafnia* sont fréquemment dénombrés, tandis que *Providencia* est assez rare.

Les diverses espèces disparaissent de façon inégale, ce qui détermine une modification de la composition de la flore bactérienne d'amont en aval où la microflore est relativement pauvre numériquement et qualitativement : *Escherichia coli* a disparu en très forte proportion, tandis qu'*Escherichia intermedium* et *Cloaca,* plus résistants, sont proportionnellement mieux représentés.

3° De fortes variations sont enregistrées dans les numérations, d'une série à l'autre et pour des lieux, ou des conditions de prélèvements comparables.

4° L'étude des éléments qui provoquent ces variations a mis en évidence l'influence de facteurs d'ordre physique ou chimique. Ils agissent, soit par apport de microbes, remise en suspension de germes sédimentaires ou modification de leur répartition, soit enfin, en assurant leur destruction.

5° En ce qui concerne l'affaiblissement de la charge microbienne les prélèvements effectués au cours du jusant ou de la basse-mer ont montré que 87 p. 100 des bactéries disparaissent après un parcours de 1,700 km et une durée d'immersion de deux heures, et qu'il n'en reste plus que 1,5 p. 100 après un parcours de 7 km environ correspondant à une durée d'immersion minimale de six heures.

6° Le milieu étudié possède donc, un pouvoir auto-épurateur puissant. Celui-ci paraît être indépendant de la qualité « marine » de l'eau, et notamment de sa teneur en sels. Il semble dû essentiellement :

à la sédimentation des matières limoneuses et des germes qui y sont mêlés ;

à l'appauvrissement consécutif en matières organiques ;

à l'action de l'oxygène dissous, qui fut toujours trouvé abondant dans les eaux superficielles ;

aux passages successifs des microbes dans un milieu dont les conditions bio-chimiques en constante évolution en font autant de milieux différents, rendant toute adaptation impossible.

b) *Etude sur le littoral.* Elle a permis de préciser le comportement des coliformes dans les parcs d'élevage et les dégorgeoirs ostréicoles d'expédition, soumis à des conditions différentes de celles observées en rivière.

1° Comme en rivière, la flore bactérienne est variée et abondante dans les zones insalubres où quelques prélèvements ont été faits à titre comparatif : il y a abondance d'*Escherichia coli*, de nombreux *Citrobacter* et *Paracoli coliforme* ; de même on note la présence d'entérocoques et de *Proteus*.

Par contre, la microflore des parcs et dégorgeoirs des régions salubres, est relativement pauvre et presque exclusivement représentée par *Escherichia coli* (présent dans 80 p. 100 des résultats positifs), accompagné d'*Escherichia intermedium* et de *Hafnia*.

2° Divers éléments influent sur la teneur microbienne des eaux marines littorales, soit directement (apports sporadiques de nuisances), soit indirectement (répartition des micro-organismes selon la dilution, les courants, etc.).

3° Les résultats obtenus sont plus favorables dans les bassins que dans les parcs avoisinants. Ceci est dû, comme nous l'avons montré :

a) à la disposition des bassins-dégorgeoirs, surélevés au-dessus du sol et ne s'alimentant qu'à pleine-mer ; la teneur microbienne varie, en effet, avec le niveau de la marée, les premières eaux du flot et les dernières eaux du jusant ayant toujours les colimétries les plus élevees ;

b) à la nature du fond ; les vases proches du rivage, constituent pour les bactéries qui y sont apportées, un milieu propice à leur survie, d'autant plus favorable qu'il reçoit des pollutions de façon habituelle ; les germes qui y trouvent un abri momentané, en sont toutefois fréquemment expulsés par la turbulence du milieu.

Pour ces vases littorales, il a été montré que 72 p. 100 des prélèvements faits en eau troublée par agitation sont colifères, contre 32 p. 100 seulement pour des prélèvements faits au même endroit, quelques minutes auparavant, mais en eau calme.

4° Cette observation, qui confirme l'importance de la sédimentation dans la disparition des microbes, nous conduit à conseiller la réalisation, en pratique courante, de prélèvements jumelés : d'abord, en eau calme, puis en eau troublée par agitation modérée de la couche de vase superficielle. Convenablement interprétés, ces deux résultats fournissent un diagnostic amélioré et rigoureux de l'état sanitaire de l'emplacement étudié.

5° L'épuration de l'eau est difficilement observable dans les bassins, en raison de leur submersion à chaque marée.

6° Par contre, dans les claires à alimentation périodique, l'épuration peut être suivie plus aisément : elle résulte de l'action conjuguée de la sédimentation et de l'oxygénation toujours importante, auxquelles s'ajoute le rayonnement ultra-violet (ensoleillement).

L'action germicide de l'oxygène dissous est confirmée par l'épuration comparée, dans une claire à huîtres où elle est rapide, et dans un ancien marais à poisson où elle a été trouvée plus lente. Dans le premier cas, en effet, la teneur en oxygène dissous se maintient longtemps à un taux élevé, alors que dans le second cas, elle décroît rapidement.

III. - *Etude des huîtres.*

1° Qu'il s'agisse d'huîtres de rivière ou de parcs, leur charge microbienne est directement et presque uniquement influencée par celle du milieu ambiant.

2° Les mêmes espèces se rencontrent dans les huîtres et dans les eaux.

3° *En rivière.*

a) Comme pour l'eau, on constate que l'épuration des mollusques intervient d'amont en aval, et l'on remarque la même inversion dans la composition de la flore : en amont, il y a prédominance d'*Escherichia coli* et minorité des autres coliformes (*Escherichia intermedium, Citrobacter* et *Cloaca*), en aval, faible proportion d'*Escherichia coli* et majorité des autres coliformes. Toutefois, ce renversement des proportions relatives des espèces étudiées, est moins accusé que pour les eaux, et il intervient plus tardivement.

b) Dans 80,7 p. 100 des cas, le nombre total des germes est plus élevé dans les huîtres que dans l'eau. Dans 75 p. 100 des cas, le nombre des *Escherichia coli* est plus élevé dans les huîtres que dans l'eau (prélèvements provenant des stations salubres et insalubres de la rivière).

4° *Sur le littoral :* dans 57,8 p. 100 des cas, le nombre de coliformes est plus élevé dans les huîtres que dans l'eau. Ce pourcentage n'est que de 47,3 p. 100 en ce qui concerne *Escherichia coli* (prélèvements provenant des seuls établissements salubres).

5° Pour des zones de salubrité comparable, c'est-à-dire les stations salubres de l'aval de la rivière et les établissements salubres du littoral, les huîtres ont été trouvées plus riches que l'eau en *Escherichia coli :* dans 57,5 p. 100 des cas en rivière, dans 47,3 p. 100 des cas sur le littoral.

Cette moindre proportion est néanmoins assez peu significative ; elle résulte vraisemblablement de l'immersion non permanente des huîtres de parc et de bassin.

6° Bien qu'elle soit sous sa stricte dépendance, il n'y a pas de rapport constant entre la pollution des huîtres et celle de l'eau. Dans 60 p. 100 des cas environ, les huîtres sont de 1,5 à 4,5 fois plus souillées que l'eau qui les baigne.

7° Aucune relation n'a été observée en rivière entre les variations saisonnières ou la température, et la colimétrie des huîtres.

Dans les bassins et les parcs où l'on observe parfois en hiver des températures plus basses qu'en rivière, l'activité de filtration des huîtres peut se trouver ralentie, et la contamination éventuelle, atténuée.

8° Il n'y a pas de relation entre la teneur en vase intervalvaire et la colimétrie des huîtres.

9° L'abondance des matières limoneuses en suspension dans l'eau peut, en entravant le mécanisme de filtration des huîtres, s'opposer à leur contamination maximale : le rapport de pollution « huîtres/eau » a été trouvé plus fort dans les eaux limpides du Fort Espagnol (x 3,87), que dans les eaux limoneuses du Plessis (x 2,91).

IV. - *Hygiène ostréicole.*

L'étude du comportement des bactéries coliformes, en rivière et sur le littoral, nous a permis :

1° De vérifier la signification hygiénique de ces microbes.

Escherichia coli est un germe spécifique, sensible et suffisamment résistant pour permettre de déceler une contamination. C'est le meilleur indice de pollution.

Citrobacter est, également, un bon signe de souillure excrémentielle, mais sa faible résistance dans le milieu lui ôte une grande part de son intérêt. Associé à *Escherichia coli,* il confirme une pollution fécale proche.

Escherichia intermedium et *Cloaca,* ne peuvent être valablement retenus comme indice de contamination, en hygiène ostréicole.

Parmi les paracolibacilles : *Paracoli coliforme* a la même signification qu'*Escherichia coli,* mais on ne saurait retenir *Hafnia* comme un signe de contamination grave.

Les streptocoques « D » (groupe LANCEFIELD), ont été recherchés à titre indicatif. Ils confirment un diagnostic de pollution lorsqu'ils sont associés à *Escherichia coli* ou à *Citrobacter.* Mais, d'une part, leur comportement en milieu marin est incertain et devra être précisé, d'autre part, il ne semble pas, actuellement, que les avantages retirés de la recherche couplée « *Escherichia coli*/streptocoques D » justifient, en pratique courante d'hygiène ostréicole, la réalisation d'une double analyse.

2° De préciser les critères numériques de salubrité, applicables à l'hygiène ostréicole.

a) En travail de routine, le dénombrement d'*Escherichia coli* est suffisant pour poser le diagnostic sanitaire, pourvu qu'il s'appuie sur des conditions de prélèvement convenables. Pour cela, ce prélèvement doit être réalisé en eau calme et en eau troublée et comporter un échantillon d'huîtres ; d'autre part, le résultat doit être confronté avec une échelle d'interprétation bactériologique.

b) Les normes bactériologiques de l'eau de boisson sont inapplicables aux huîtres.

c) Certains pays ont établi des standards pour les eaux marines et les coquillages, mais ils sont variables et, en fait, discutables.

d) Notre étude, portant sur deux années de recherches, effectuées tant en estuaire que dans les établissements d'expédition du littoral, nous permet de proposer une « Echelle d'interprétation bactériologique », dont nous espérons qu'elle sera de nature à faciliter l'évaluation des résultats de la colimétrie, en vue de préciser la notion de qualité bactériologique des eaux marines et des huîtres.

De semblables travaux, réalisés dans d'autres régions littorales de France pourraient aboutir, par confrontation des résultats, à l'établissement d'une norme générale d'appréciation de l'hygiène ostréicole.

BIBLIOGRAPHIE

ALLEN (L.-A.), PASLEY (S.-M.) et PIERCE (A.-F.), 1952. — Some factors affecting the viability of faecal bacteria in water. — *J. gén. Microbiol.*, **7** : 36-43.

ARLOING (F.) et DUFOURT (A.), 1931. — Sur l'auto-épuration colibacillaire des eaux fluviales. — *C.R. Soc. Biol.*, **106** (3) : 193-4.

BAENST (M. DE), 1954. — Le déversement des eaux résiduaires le long des côtes en Belgique. — *Tech. san. municip.*, **49** (10) : 178-81.

BEARD P.-J.) et MEADOWCROFT (N.F.), 1935. — Survival and rate of death of intestinal bacteria in sea water. — *Amer. J. publ. Health*, **25** : 1023-6.

BELIN (M.), 1934. — Coquillages et fièvres typhoïdes. Un point d'histoire contemporaine. — *Paris, Presses univ.*, 230 p.

BESSON (A.) et EHRINGER (G.), 1922. — Sur un nouveau bacille isolé des huîtres. — *C.R. Soc. Biol.*, **87**, 1017-8.

BIERRY (R.) et GOUZON (B.), 1939. — Les huîtres de consommation. A travers les âges. Biologie. Elevage et production. Valeur alimentaire. Salubrité. — Paris, Baillère édit., 144 p.

BIGGER (J.-W.), 1929. — The bacteriological control of shellfish. — *J. Hyg.*, **29** : 62.

— 1934. — The bacteriological examination of mussels. — *J. Hyg.*, **34** : 172-94.

BOIVIN (A.), CORRE (L.) et LEHOULT (Y), 1942. — Multiplicité des types antigéniques (antigène 0) chez les colibacilles de la flore intestinale de l'homme normal. — *C.R. Soc. Biol.*, **136** : 257-9.

BONNET (H.) et NEVOT (A.), 1955. — Travaux pratiques de bactériologie. — Paris, Masson et Cie, 210 p.

BOUILLAUD (R.), 1958. — Numérations microbiennes en milieu liquide. Application à la colimétrie des eaux par une méthode statistique d'estimation. — *Rev. Hyg. med. soc.*, **6** (7) : 731-47.

BORNE (G.), DIENERT (F.) et HINARD (G.), 1921. — Le contrôle sanitaire de l'ostréiculture. — *Notes et Mém. Off. Pêches marit.*, **10**, 64 p.

BOURY (M.), 1936. — L'œuvre de Jean COSTE et le développement de l'ostréiculture. — *Cons. int. Explor. mer, Rapp. et P.-V.* **140** (3) : 7-9.

— 1957. — Méthodes d'examen bactériologique de l'eau de mer et des coquillages. Essais comparatifs.— *Bull. Inform. Doc. Inst. Pêches marit., Science et pêche*, n° 51 : 1-8.

BRAJNIKOV (B.), FRANCIS-BOEUF (C.) et ROMANOVSKY (V.), 1943. — Techniques d'études des sédiments et des eaux qui leur sont associées. — *Actual. sci. indus.*, **952**, Paris, Herman et Cie., 108 p.

BREED (R.-S), MURRAY (E.-G.-D.) et PARKER HITCHENS (A.), 1957. — Bergey's manual of determinative bacteriology. — Baltimore, The Williams and Wilkins C°, 7e édit.

BRISOU (J.), 1933. — Entérobactéries pathogènes. — Paris, Masson et Cie, 167 p.

— 1950. — Les coliformes et groupes voisins. — *Ann. Inst. Pasteur*, **79** : 158-77.

— 1950. — A propos de *Salmonella* et de *Shigella coli*. — *Ann. Inst. Pasteur*, **78** (3) : 422-3.

— 1954. — Aspects bactériologiques des plages. — (Congrès de Bordeaux A.G.H.T.M., mai-juin 1954). *Techn. san. municip.*, **49** (10) : 167-75.

— 1955. — Microbiologie du milieu marin. — Paris, Ed. médic. Flammarion, 271 p.

Brisou (J.) et Magrou (E.), 1947. — Les variétés « coliformes » dans leurs rapports avec l'hygiène des aliments. — *Ann. Inst. Pasteur,* **73** : 290-1.

Brisou (J.) et Morand (P.), 1952. — *Escherichia coli* produit-il de l'H_2S ? — *Ann. Inst. Pasteur,* **82** : 643-5.

Brown (J.-W) et Skinner (C.-E.), 1930. — Is the Eijkman test an aid in the detection of faecal pollution in water ? — *J. Bacteriol.,* **20** : 139-49.

Buttiaux (R.), 1951. — L'analyse bactériologique des eaux de consommation. — Paris, Ed. medic. Flammarion, 209 p.

— 1958. — Surveillance et contrôle des eaux d'alimentation. III. La standardisation des méthodes d'analyse bactériologique de l'eau. — *Rev. Hyg. med. soc.,* **6** : 170-92.

— 1959. — The value of the association *Escherichieae - Group D streptococci* in the diagnosis of contamination in foods. — *J. appl. Bactériol.,* **22** (1) : 153-8.

Buttiaux (R.) et Gagnon (P.), 1959. — Au sujet de la classification des *Pseudomonas* et des *Achromobacter.* — *Ann. Inst. Pasteur,* Lille, **10** : 121-49.

Buttiaux (R.) et Kesteloot (A.), 1948. — Les entérobactéries dénommées « bacilles paracoli » ou « paracolibacilles ». — *Ann. Inst. Pasteur,* Lille, **1** : 103-40.

— 1948. — Sur quelques propriétés biochimiques et antigéniques des B. paracoli. — *Ann. Inst. Pasteur,* **74** : 429-32.

— 1948. — Les « B. Paracoli » du groupe *Arizona* ; leur pouvoir pathogène chez l'homme. — *Ann. Inst. Pasteur,* **75** : 379-81.

Buttiaux (R.) et Leurs (T.), 1953. — Au sujet de l'analyse bactériologique de l'eau. — *Ann. Inst. Pasteur,* Lille, **5** : 87-97.

— 1953. — Survie des « *Salmonella* » dans l'eau de mer. — *Bull. Acad. nat. Med.,* **137** (20-27) : 457-60.

Buttiaux (R.) et Mossel (D.A.A.), 1957. — L'analyse bactériologique des produits alimentaires et conservés ; techniques, interprétation, définition d'une qualité hygiénique. — *Ann. Inst. Pasteur,* Lille, **9** : 138-75.

Buttiaux (R.), Ali Zaman (M.) et Catsaras (M.), 1962. — Les *Enterobacter* dans les matières fécales humaines et animales. — *Soc. franç. Microbiol.* (séance du 1-III-1962) ; à paraître *Ann. Inst. Pasteur,* 1962.

Buttiaux (R.), Frenoy (R.) et Moriamez (J.), 1953-1954. — Les caractères biochimiques du genre *Providencia.* — *Ann. Inst. Pasteur, Lille,* **6** : 62-79.

Buttiaux (R.), Muchemble (G.) et Leurs (T.), 1953. — La colimétrie de l'eau sur membranes filtrantes. — *Ann. Inst. Pasteur,* **84** (6) : 1010-25.

Buttiaux (R.), Samaille (J.) et Pierens (Y.), 1956. — L'identification des « *Escherichiae* » des eaux, test d'Eijkman et production d'indole à 44°, tests IMViC, uréase. — *Ann. Inst. Pasteur,* Lille, **7** : 137-49.

Buttiaux (R.), Coin (L.), Trochon (P.) et Moriamez (J.) 1955. — Le problème de la salubrité des huîtres dans le centre ostréicole de la basse-Seudre. — *Rev. Hyg. med. soc.,* **3** (5) : 409-24.

Buttiaux (R.), Muchemble (G.), Kesteloot (A.) et Margerin (M.T.), 1948. — La colimétrie dans le contrôle bactériologique des eaux de consommation. (Etude comparative des résultats fournis par les méthodes françaises et américaines). — *Ann. Inst. Pasteur,* Lille, **1** : 141-59.

Callame (B.), 1961. — Sur la diffusion comparée des chlorures et des sulfates entre les eaux interstitielles des sédiments marins et l'eau de mer qui les recouvre. — *C.R. Acad. Sci.,* **252** : 1 492-4.

Calmette (A.), Nègre (L.) et Boquet (A.), 1926. — Manuel technique de microbiologie et sérologie. — Paris, Masson et C^ie^, 2^e^ éd., 640 p. ; Boquet (A.), Nègre (L.) et Bretey (J.), 1948, 4^e^ éd., 728 p.

Castaigne (J.), Andreu (G.) et Castaigne (A.), 1937. — L'état sanitaire des huîtres et autres coquillages en France. — *Bull. Acad. nat. Med.,* **118** : 253-63.

Cavaillon, Fourest et Triou, 1953. — L'assainissement des plages méditerranéennes. Méthodes employées et résultats. — *Bull. Acad. nat. Med.,* **137** : 32-4.

Chambon (M.), 1958. — Etude de la pollution et de l'autoépuration du Rhône dans l'agglomération lyonnaise. — *Bull. Acad. nat. Med.,* **142** : 717-23.

Childs (E.) et Allen (L.A.), 1953. — Improved methods for determining the most probable number of « *Bacterium coli* » and of « *Streptococcus faecalis* ». — *J. Hyg.,* **51** : 468-77.

Clegg (L.F.L.) et Sherwood (H.P.), 1947. — The bacteriological examination of molluscan shellfish. — *J. Hyg.,* **45** : 504-21.

Cole (H.A.), 1954. — Purification of oysters in simple pits. — *Fish. Investig.,* sér. 11, **18**, n° 5.

Colwell (R.R.) et Liston (J.), 1960. — Microbiology of shellfish ; bacteriological study of the natural flora of Pacific oysters (*Crassostrea gigas*). — *Univ. Washington, School Fish., Contrib.* n° 66 ; *Appl. Microbiol.,* **8** (2) : 104-9.

Conner (R.M.), 1957. — Comparison of fermentation tube and membrane filter techniques for estimating coliform densities in sea water. I. Preliminary report. — *Appl. Microbiol.,* **5** : 141-4.

Cougoureux (R.), 1948 (1950). — Contribution à l'étude des bacilles ostréaires. — Thèse de médecine, Bordeaux, Samie R., 103 p.

Dalido (P.), 1948. — L'huître du Morbihan. Etude économique et sociale. — Paris, Marcel Rivière et C^ie^, 149 p.

Darrasse (H.) et Boiron (H.), 1958. — De la difficulté d'adopter une méthode « universelle » en matière d'analyse bactériologique de l'eau. — *Bull. med. Afr. occid. franç.,* **3** : 292-5.

DELAGE (B.), 1953. — Les techniques actuelles de la colimétrie des eaux. — *Maroc med.*, **32** : 1343-5.

— 1954. — La colimétrie de l'eau sur membranes filtrantes. — *Maroc med.*, **33** : 18-19.

DEVÈZE (L.), 1955. — Parallélisme d'évolution des populations planctoniques et bactériennes marines durant la période estivale. — *C.R. Acad. Sci.*, **241** : 1629-31.

— 1959. — Cycle biologique des eaux et écologie des populations planctoniques. — *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume*, **25** (15), 220 p.

DIENERT (F.) et ETRILLARD (P.), 1929. — Recherche et numération directe sur milieu solide du B. coli contenu dans un grand volume d'eau. — *Ann. Inst. Pasteur*, **43** (10) : 1278-81.

— 1931. — Sur la recherche du bacille coli dans les eaux. — *Ann. Inst. Pasteur*, **46** (3) : 277-90.

— 1931. — Stérilisation des eaux par les métaux. — *C.R. Acad. Sci.*, **192** : 183-7.

DIENERT (F.) et GUILLERD (A.), 1940. — Etude de la pollution de l'eau de mer par le déversement des eaux d'égouts. — *Ann. Hyg. publ.*, (sér. 5) **18** : 209-17.

DIXON (J.M.S.), 1959. — Observations on the growth in nutrient broth of mixtures of « *Escherichia coli* » strains, and of faecal specimens harbouring pathogenic « *Escherichia coli* » serotypes. — *J. Hyg.*, **57** : 174-83.

DODGSON (R.W.), 1928. — Report on mussel purification. — *Fish. Invest.*, (sér. 11), **10**, n° 1.

DORIS (A.) et BARDSLEY (M. Sc.), 1938. — A comparison of two methods of assessing the number of different types of coliform organisms in water. — *J. Hyg.*, **38** : 309-24.

DUBREUIL (G.), 1935. — L'endémie typhique du littoral français. — *Bull. Acad. nat. Med.*, **114** : 62-75.

— 1937. — Etude pour l'application d'un test de salubrité aux coquillages français. — *Bull. Acad. nat. Med.*, **117** : 208-12.

DUBREUIL (B.), 1950. — L'industrie coquillière en France. Etude économique et administrative. — Paris, Marine marchande, 148 p.

DUJARRIC DE LA RIVIÈRE (R.) et CHU (T.H.), 1931. — Sur quelques techniques d'isolement et d'identification des microbes isolés des eaux. — *Rev. Hyg.*, **53**, n° 4.

DUMAS (J.), 1958. — Bactériologie médicale. — Paris, Ed. médic. Flammarion, 1508 p. (mises à jour annuelles).

EWING (W.H.) et EDWARDS (P.R.), 1960. — The principal divisions and groups of *Enterobacteriaceae* and their differenciation. — *Int. Bull. bacteriol. Nomencl. Tax.*, **10** : 1-12.

FASQUELLE (R.), 1957. — Bactériologie médicale. — Paris, Ed. médic. Flammarion, 384 p.

FERNAND (A.), SEMPE et CHAVANNE, 1925. — Propriétés antimicrobiennes de diverses eaux fluviales ou marines. — *Bull. Acad. nat. Med.*, **93** : 184-187.

FLEURIOT (A.), 1936. — Le contrôle sanitaire de l'ostréiculture. — Bordeaux, Libr. Delmas, 95 p.

FLEURY (G.), 1931. — Recherches expérimentales sur le bacille coli en milieu marin et chez quelques poissons marins. — Arcachon, Impr. Graphica, 95 p.

— 1935. — Contribution à la biologie du bacille coli. — Bordeaux, Impr. Delmas, 144 p.

FRANCIS-BOEUF (C.), 1948. — Recherches sur le milieu fluvio-marin et les dépôts d'estuaires. — *Ann. Inst. océanogr.*, **23** : 149-344.

FURNESTIN (J.), 1960. — Teneur en oxygène des eaux de la Méditerranée occidentale. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **24** (4) : 453-80.

GASTINEL (P.), 1957. — Précis de bactériologie médicale. — Paris, Masson et C^ie^, 1 243 p.

GAULTIER (R.), 1954. — Déversement en mer des eaux usées. (Rapport général du Congrès A.G.H.T.M. de Bordeaux ; mai-juin 1954). — *Tech. san. municip.*, **49** (8, 9) : 146-64.

GAUTIER (J.), 1959. — Quelques notions récentes concernant l'isolement des entérobactéries. — *Sem. Hôp. Paris*, **7** : 2145-8.

GELDREICH (E.E.), CLARK (H.F.), KABLER (P.W.), HUFF (C.B.) et BORDNER (R.H.), 1958. — The coliform group. II. Réactions in the EC Medium at 45° C. — *Appl. Microbiol.*, **6** : 347-8.

GEVAUDAN (P.) et GAY (R.), 1958. — Faut-il réviser la notion de filtration chez les mollusques lamellibranches comestibles ? Contribution à l'étude de l'absorption et de l'élimination des particules minérales et des bactéries en suspension dans l'eau de mer chez la moule commune. — *Rev. Hyg. med. soc.*, **6** (3) : 275-87.

— 1959. — Recherches et déductions sur l'hygiène des moules. — *Marseille med.*, 96 : 69-76.

GEVAUDAN (P.) et TAMALET (J.), 1956. — Etude sur la pollution des plages et baignades sur le littoral méditerranéen. — *Rev. Hyg. med. soc.*, **4** : 270-6.

GEVAUDAN (P.), ALDIGHIERI (R.) et GAY (R.), 1958. — De la survie des *E. coli*, des coliformes et de *W. perfringens* dans le milieu marin. — *Rev. Path. gén. Physiol. clin.*, **694** : 25-8.

— 1958. — Sur les limites d'épuration microbienne chez *Mytilus galloprovincialis*. — *Rev. Path. gen. Physiol. clin.*, **694** : 29-34.

GEVAUDAN (P.), TAMALET (J.) et GAY (R.), 1957. — Etude de la survie comparée d'*Escherichia coli* et de *Salmonella typhi* dans l'eau de mer du littoral méditerranéen. — *Ann. Inst. Pasteur*, Lille, **9** : 128-37.

GODARD (V.), 1913. — Etude sur la contamination des huîtres et l'action épuratrice de la stabulation. — Thèse médecine, Paris.

GRASSET (E.) et PANTALEON (J.), 1957. — Contrôle bactériologique des coquillages comestibles. — *Ann. Hyg. publ. indus. et soc.*, **15-16** : 8-9.

GREENBERG (A.E.), 1956. — Survival of enteric organisms in sea water. A review of the litterature. — *Publ. Health Rep.* (Washington), **71** : 77-80.

GRIJNS (A.), 1959. — The bacteriological examination of shellfish by means of the roll-tubs method of CLEGG and SHERWOOD, modified by REYNOLDS and WOOD. — Note présentée au *Cons. int. Explor. Mer* : 2 p. ronéo.

GRYSON (A.), 1959. — Ostréiculture et hygiène publique. — Note présentée au *Cons. int. Explor. Mer* : 3 p. ronéo.

GUELIN (A.), 1952. — Bactériophage et entérobactéries chez les poissons de mer et le problème des eaux polluées. — *Ann. Inst. Pasteur*, **83** : 46-56.

— 1954. — La contamination des poissons et le problème des eaux usées. — *Ann. Inst. Pasteur*, **86** : 303-8.

HAJNA (A.A.) et PERRY (C.A.), 1943. — Comparative study of presumptive and confirmative media for bacteria of the coliform group and the streptococci. — *Am. J. publ. Health*, **33** : 550-6.

HAMON (Y.) et PERON (Mlle Y.), 1961. — Les propriétés antagonistes réciproques parmi les *Erwinia*. Discussion de la position taxonomique de ce genre. — *C.R. Acad. Sci.*, **253** : 913-5.

HARRIS (F.C.) et ABRAHAM (C.A.), 1958. — Faecal pollution of inshore water. — *J. trop. med. Hyg.*, **61** : 302-3.

HARVEY (H.W.), 1945. — Recent advances in the chemistry and biology of sea-water. — *Cambridge Univ. Press* (trad. FRANCIS-BOEUF (C.) et LALOU (C.) : Chimie et biologie de l'eau de mer, *Presse univ.*, Paris (1949), 117 p.).

HAUDUROY (P.), 1951. — Techniques bactériologiques. — Paris, Masson et C^ie^, 167 p.

— 1953. — De la nécessité d'une unification des méthodes d'analyse bactériologique des eaux et de leur interprétation. — *Bull. Acad. nat. Med.*, **137** : 162-5.

HAUDUROY (P.) et coll., 1953. — Dictionnaire des bactéries pathogènes pour l'homme, les animaux et les plantes. — Paris, Masson et C^ie^, 756 p.

HEIM DE BALZAC (H.), BERTOZZI et GOUDIN, 1952. — Pouvoir antibiotique des eaux de mer vis-à-vis des germes d'origine entérique déversés par les effluents pollués des villes. — *Bull. Acad. nat. Med.*, **136** : 514-6.

HENRIKSEN (S.D.), 1954. — A comparative study of some methods for detection of coliform bacteria in water. — *Acta path. Microbiol. Scand.*, **35** : 143-55.

— 1955. — A study of some modifications of methods for detection of coliform bacteria in water. — *Acta path. Microbiol. Scand.*, **37** : 267-78.

HINARD (G.), 1920. — Notions pratiques d'hygiène ostréicole. — *Notes et Mem. Off. Pêches marit.*, **3**, 16 p.

— 1923. — Le contrôle hygiénique des huîtres. Signification de la présence du B. coli. — *Ann. des falsifications*, n° 178-179 : 8 p.

— 1928. — Le contrôle sanitaire des établissements coquilliers en 1927. — *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, **1** (1) : 89-97.

— 1930. — Ostréiculture et mytiliculture en Hollande et en Angleterre. — *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, **3** (2) : 187-208.

HINARD (G.) et LAMBERT (L.), 1928. — Tableau de l'ostréiculture française. — *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, **1** (3) : 37-90 ; (4) : 61-122.

HOUSTON (A.C.), 1904. — The bacteriological examination of the oysters and esturial waters. — *J. Hyg.*, **4** : 173.

JACQUET (J.), 1947 (1949). — Recherches écologiques sur le littoral de la Manche. Les présalés et la Spartine de Townsend. Les estuaires. La tangue. — Paris, Ed. P. Lechevallier, 374 p.

JARDIN (F.) et CHEVALIER (A.), 1938. — Recherches sur la pollution des eaux marines par les déversements des égouts urbains. (1^er^ rapport). — *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, **11** (2) : 212-29.

JARDIN (F.) et YZAMBART (C.), 1938. — Recherches sur la pollution des eaux marines par les déversements d'égouts urbains. (2^e^ rapport). — *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, **11** (2) : 231-57.

JENSEN (E.T.), 1955. — The 1954 National conference on shellfish sanitation. — *Publ. Health hep.*, **70** (9).

— 1956. — Shellfish and public health. — *J. milk food Technol.*, **19** : 281.

— 1960. — Problems in the sanitary control of shellfish. — *Canad. J. publ. Health* (february).

JOHANNESSON (J.K.) et MARTIN (R.E.), 1957. — The determination of « *Escherichia* coli » I in sea water. — *J. appl. Bacteriol.*, **20** : 151-7.

JOSA, 1954. — Déversement des eaux résiduaires le long des côtes. — *Tech. san. municip.*, **49** (10) : 181-3.

KAUFFMANN (F.), 1954. — Enterobacteriaceae. — Copenhague, Eijnar Munksgaard ed. (2^e^ ed.), 382 p.

KELLY (C.B.) et ARCISZ (W.), 1954. — Bacteriological control of oysters during processing and marketing. — *Publ. Health Rep.* (Washington), **69** : 716-20.

— 1954. — Survival of enteric organisms in shellfish. — *Publ. Health Rep.* (Washington), **69** : 1205-1210.

KNOTT (F.A.), 1951. — Memorandum on the principles and standards employed by the worshipful company of Fishmongers in the bacteriological control of shellfish in the London markets. — Londres, Fishmonger's C°.

LADOUCE (R.), 1954. — Evaluation de la salubrité des eaux et des coquillages en France. — Note présentée au *Cons. int. Explor. Mer*, n° 5, 4 p. ronéo.

LADOUCE (R.), FAUVEL (Y.) et BOURY (M.), 1958. — Technique de l'épuration des coquillages. — *Bull. Inform. Doc. Inst. Pêches marit., Science et Pêche*, n° 58 : 1-12.

LAMBERT (L.), 1928. — Les modifications apportées aux établissements ostréicoles en exécution du décret du 31 juillet 1923. — *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, **1** (2) : 103-12.

— 1936. — L'huître et le contrôle sanitaire ostréicole. — Versailles, Impr. Guillot, 42 p.

— 1938. — Les coquillages comestibles et leur contrôle sanitaire. — *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, **11** (1) : 39-43.

— 1943. — Le contrôle de la salubrité des coquillages ; l'application du décret du 20 août 1939. — *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, **13** : 565-76.

— 1950. — Les coquillages comestibles. — Paris, Presse univ., coll. « Que sais-je ?», n° 416, 127 p.

LANCELIN (R.), 1935. — Coquillages et endémicité typhoïdique à Toulon. — *Bull. Acad. nat. Med.*, **114** : 62-75.

LECLERC (H.) et BUTTIAUX (R.), 1962. — Les *Aeromonas* dans les eaux d'alimentation. — *Soc. franç. Microbiol.* (séance du 1-III-1962) ; à paraître *Ann. Inst. Pasteur*, 1962.

LE DANTEC (J.), 1956 (1958). — Quelques observations relatives à l'action du froid sur les huîtres. — *Cons. int. Explor. Mer, Ann. biol.*, **13** : 126-7.

LE GALL (J.V.), 1948. — Valeur nutritive et thérapeutique de l'huître. — *Notes et Rapp. Off. Pêches marit.*, n° 2, 80 p.

LEGENDRE (J.), 1934. — La mer et l'égout. — Presses médicale, (21-I-1934) : 141.

LE MINOR (L.), 1959. — Le diagnostic de laboratoire des entérobactéries. — Saint-Mandé, Ed. de la Tourelle, coll. « Techniques de base », 150 p.

LEVINE (M.), TANIMOTO (R.H.), MINETTE (H.), ARAKI (J.), et FERNANDES (G.B.), 1955. — Simultaneous determination of coliform and « *Escherichia coli* » indices. — *Appl. Microbiol.*, **3** : 310-4.

LIPSKA (I.), 1935. — Les colibacilles et les coliphages chez les animaux invertébrés marins. — *Bull. Inst. océanogr.*, Monaco, n° 675, 8 p.

LLAGUET (B.), 1927. — Contrôle hygiénique de l'huître à la station d'Arcachon. — *Bull. Ass. ostr. Arcachon* (1922-1926), Bordeaux, Impr. Cadoret : 105-115.

LOIR (A.) et LEGANGNEUX (H.), 1934. — Fièvre typhoïde, coquillages et mazout. — *Bull. Acad. nat. Med.*, **112** : 287-90.

— 1935. — Fièvre typhoïde et coquillages. — *Bull. Acad. nat. Med.*, **114** : 193-9.

LOWE (G.H.), 1960. — A study of the factors controlling lactose - fermentation in the coliform and paracolon group. — *Bact. Rev.*, **23** : 155-74.

MAC CRADY, 1915. — The numerical interpretation of fermentations tube results. — *J. Infect. Dis.*, **17** : 183-212.

MACE (E.), 1912. — Traité pratique de bactériologie. — Paris, J.B. Baillière, 6e éd., (1) : 907 p., (2) : 918 p.

MACKENZIE (E.F.W.), TAYLOR (E.W.) et GILBERT (W.E.), 1948. — Recent experience in the rapid identification of *B. coli* type I. — *J. gén. Microbiol.*, **2** : 197-204.

MACNULTY (J.K.), REYNOLDS (E.S.) et MILLER (S.M.), 1959. — Ecological effects of sewage pollution in Biscayne bay Florida : distribution of coliform bacteria, chemical nutrients, and volumes of zooplancton. — *Contrib. mar. Lab. Miami.*, **243** : 14 p.

MAEYER-CLEEMPOEL (S. DE) et LAFONTAINE (A.), 1957. — Note préliminaire sur l'étude des méthodes à appliquer pour le contrôle bactériologique des huîtres et sur le problème de leur épuration. Note présentée au *Cons. int. Explor. Mer* : 14 p. ronéo.

Manual shellfish industry of recommended practice for sanitary control. — 1957. Part. II : Sanitation of the harvesting and processing of shellfish. — 1959. Part I : Sanitation of shellfish growing areas. — *U.S. Dept. Health, Educ. and Welfare* (Publ. Health Service), **33** : 26 p., 36 p.

MARCHIS (E.), 1930. — Les mollusques marins comestibles. — Paris, Soc. Edit. geo. mar. col., 205 p.

MARTEIL (L.), 1956. — Etude des courants du littoral sud de la Bretagne. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **20** (3) : 263-80.

— 1960. — Ecologie des huîtres du Morbihan, *Ostrea edulis* LINNE et *Gryphea angulata* LAMARCK. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **24** (3) : 327-446.

MATHIEU (A.), 1928. — Les huîtres du bassin d'Arcachon. Leur salubrité. — Thèse de médecine vétérinaire. Bordeaux, Impr. Cadoret.

MAURANGES (P.), 1957. — Le contrôle bactériologique des coquillages comestibles. — Sem. prof. Med. soc., **33** : 1656-7.

MAZIÈRES (J.), 1959. — Les établissements ostréicoles d'expédition. — *Bull. Inform. Doc. Inst. Pêches marit., Science et pêche*, n° 72-73 : 1-12.

— 1962. — Mortalité des huîtres en bassin. — *Ibidem, Science et pêche*, n° 108.

MINISTÈRE DE LA SANTÉ PUBLIQUE ET DE LA POPULATION, 1954. — Instructions générales relatives aux eaux d'alimentation. — *J. O.*, 86 (298) : 11928-42.

— 1960. — Circulaire du 21 janvier 1960 relative aux méthodes d'analyses bactériologiques des eaux de consommation. — *J. O.*, (13-III-1960).

MINISTRY OF AGRICULTURE AND FISHERIES, 1954. — A brief description of the methods employed in England and Wales for the bacteriological testing of molluscs, and of the standards employed in judging their sanitary quality. — Note présentée au *Cons. int. Explor. Mer*, n° 12 : 4 p. ronéo.

MOUSTARDIER (G.), 1960. — Microbiologie médicale. — Paris, Maloine, 2e éd. (1) : 472 p., (2) : 677 p.

MULLER (L.), 1922. — Un nouveau procédé de différenciation des types *coli* et *typhosus*. — *C.R. Soc. Biol.* — Séance du 14-X-1922 : 984-6 ; séance du 2-XII-1922 : 1251-3.

NEVOT (A.), 1957. — Contrôle bactériologique pratique des denrées alimentaires d'origine animale. — Paris, Ed. médic. Flammarion, 363 p.

— 1958. — Le diagnostic bactériologique en pratique médicale. — Paris, Masson et C^ie^, 477 p.

NJOKO-OBI (A.) et SKINNER (C.E.), 1957. — Boric acid lactose broth as a medium for the detection of fecal coliform bacteria. — *Appl. Microbiol.*, **5** : 80-2.

ORGANISITION MONDIALE DE LA SANTÉ, 1958. — Normes internationales applicables à l'eau de boisson. — Paris, Masson et C^ie^, 164 p.

ORLOB (G.T.). — Evaluating bacterial contamination in sea water samples. — *Publ. Health Rep.* (Washington), **71** : 1246-51.

PANTALEON (J.), 1955. — Contrôle bactériologique des coquillages comestibles. — *Ass. franç. Avanc. Sci.* (74^e^ sess.) Congrès de Caen (15 au 22-VII-1955) : 471-3.

PANTALEON (J.) et BARRET (J.), 1961. — Contrôle de salubrité des huîtres sur les lieux de consommation. — *Bull. Acad. véter. Paris*, **34** : 217-21.

PAPONNET et BRISOU, 1937. — Spécificité biologique des Salmonelles d'origine coquillière. — *C.R. Soc. Biol.*, **125** : 1228-30.

— 1937. — Analyse bactériologique des coquillages dans la région de Bizerte. — *Rev. Hyg.*, **59** : 465.

PEDERSON (H.T. Jr.) et SKINNER (C.E.), 1955. — A comparison of standard lactose broth with lauryl sulphate broth and with the Eijkman method for demonstrating fécal coliform bacteria. — *Appl. Microbiol.*, **3** : 55-8.

PELUFFO (C.A.), 1959. — Diferenciacion de los grupos de enterobacterias en el laboratorio clinico. — *An. Fac. Med. Montevideo*, **44** : 566-73.

PENNA (R.), 1959. — Identificazione di microflora enterica lattosio-negative. — *G. Batt. immun.*, **52** : 195-206.

PENSO (G.), 1953. — Les produits de la pêche. — (Traduit par DE MONTERA P.), Paris, Vigot Frères, 418 p.

PERE (A.), 1892. — Contribution à la biologie du *bacterium coli commune* et du bacille typhique. — *An. Inst. Pasteur*, **6** : 512-37.

PIECHAUD (F.), 1923. — Influence du chlorure de sodium sur la culture de quelques agents microbiens pathogènes pour l'homme. — *Ass. franç. Avanc. Sci.* (47^e^ sess.) : 1229-32.

POUGET (A.F.), 1936. — L'huître. Biologie et salubrité. — Bordeaux, Impr. Delmas, 72 p.

PREVOT (A.R.), 1948. — Manuel de classification et détermination des bactéries anaérobies. — Paris, Masson et C^ie^, 2^e^ éd., 290 p.

PROCEEDINGS, 1958. — Shellfish sanitation workshop. — *U.S. Dept. Health, Educ. and Welfare* (Publ. Health Service), **26-27** : 72 p.

PRUDHOMME (M.), 1957. — Inspection sanitaire des poissons, mollusques et crustacés comestibles de l'eau douce et de la mer. *Vademecum* de l'Inspecteur des marchés. — Paris, Vigot Frères, 234 p.

RAJ (H.) et LISTON (J.), 1961. — Detection and enumaration of faecal indicator organisms in frozen foods. I. *Escherichia coli*. — *Univ. Washington, School Fish. Contrib.* n° 87 ; *Appl. Microbiol.*, **9** (2) : 171-4.

RANSON (G.), 1926. — La filtration de l'eau par les lamellibranches et ses conséquences. — *Bull. Inst. océanogr.*, Monaco, n° 469, 6 p.

— 1935. — Le rôle de la matière organique dissoute dans l'eau et les théories de PÜTTER. — *Bull. Mus. His. nat.*, Paris, **7** : 359-66 ; **8** : 160-72.

— 1940. — La biologie de l'huître. — *Rev. Path. comp. et Hyg. gén.*, **518** : 122-31.

— 1951. — Les huîtres. Biologie, culture. — Paris, P. Lechevallier, éd., 260 p.

REYNOLDS (N.), 1957. — The effect of heat on the « *Bact. coli* » content of periwinkles. — *Monthly Bull. Minis. Health*, **16** : 86-9.

— 1959. — Observations on the rate of killing of *E. coli* in chlorinated seawater with reference to mussel purification. — Note présentée au *Cons. int. Explor. Mer* : 3 p. ronéo.

— 1959. — Further experiments on mussels purification. — *J. Cons. int. Explor. Mer*, **24** (3) : 486-93.

REYNOLDS (N.) et WOOD (P.C.), 1956. — Improved techniques for the bacteriological examination of molluscan shellfish. — *J. appl. Bacteriol.*, **19** (1) : 20-5.

RICHOU (R.), NEANT (M.) et RICHOU (H.), 1955. — Sur le pouvoir bactéricide de l'eau de mer à l'égard du staphylocoque. — *Rev. Immun.*, **29** (1-2) : 64-8.

ROGER (E.), 1956. — Hygiène des aliments conservés ; application aux poissons. — *Rev. Path. gén.*, **680** : 1184-91.

ROQUEMONT (Y.), 1957. — Problème de la pollution des mers. — *Mem. Acad. Marine*, **1** : 121-37.

SACQUEPEE (E.) et CHEVREL (F.), 1907. — Les bacilles paratyphiques. — *Bull. Inst. Pasteur*, **5** : 49-57 et 97-105.

SALMON (J. et A.), LE GALL (J.) et LOIR, 1937. — Projet type d'une station d'épuration de coquillages par l'eau de mer ozonée. — *Ann. Hyg.*, **15** : 581.

SEDAILLAN (P.) et SOHIER (R.), 1949. — Précis d'hygiène et d'épidémiologie. — Paris, Masson et C^ie^, 806 p.

SEIGNEURIN (R.), MAGNIN (R.) et ACHARD (M.L.), 1955. — Types d' « *Escherichia coli* » isolés des eaux d'alimentation (Etude portant sur 1 010 eaux). — *Ann. Inst. Pasteur*, **89** : 473-4.

SENDRAL (R.), 1954. — Etude de la méthode de Klein dans la colimétrie des coquillages. — *Maroc med.*, **33** : 265-7.

SHELTON (L.R.) et GREEN (R.S.), 1954. — Sanitary aspects of the shelifish industry of Japan. — *U.S. Dept. Health, Educ. and Welfare* : 1-51.

SHERWOOD (H.P.) et SCOTT-THOMSON, 1953. — Bacteriological examination of shellfish as a basis for sanitary control. — *Monthly Bull. Minis. Health*, **12** : 103-11.

SOUTHGATE (B.A.), 1957. — The capacity of estuaries to purify sewage and industrial wastes. — *Chem. indus.*, **51** : 1638-41.

TANON et NEVEU, 1932. — Etude sur l'état sanitaire des huîtres vendues à Paris en 1931-1932. — *Bull. Acad. nat. Med.*, **117** : 435-8.

TATTEVIN (L.), 1927. — Le sel et les microbes. — Thèse de pharmacie. Vannes, Impr. Commelin.

TAYLOR (E.W.), 1955. — Comparison of 6-hour and 24-hour incubation periods at 44°C as confirmatory test for « *Bacterium coli* » type I. — *J. Hyg.*, **53** : 50-3.

TEISSONNIÈRE (M.), 1928. — La salubrité des eaux de la rade de Marseille. — *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, **1** (1) : 99-105.

— 1928. — Technique bactériologique pour la colimétrie dans les eaux de mer et dans les coquillages. — *Ibid.*, **1** (1) : 107-109.

TEISSONNIÈRE et BOINET, 1929. — Fièvre typhoïde et coquillages. — *Ibid.*, **2** (1) : 113-120.

TRAWINSKI (A.), 1929. — Etudes sur la vitalité des bacilles pathogènes du groupe Coli-thyphique dans l'eau de mer. — *Bull. Inst. océanogr.*, Monaco, n° 542 : 3 p.

— 1933. — Etudes sur les microbes et la putréfaction de la chair des moules et des crustacés comestibles. — *Ibid.*, n° 632 : 8 p.

— 1935. — Etudes sur la putréfaction de la chair des mollusques comestibles. — *Ibid.*, n° 683 : 3 p.

VILELA (H.), 1951. — Ostras de Portugal. — *Rev. Fac. Cienc. Lisboa*, sér. 2, **1** (2) : 291-306.

— 1954. — As ostras no consumo et na economia nacional. — *Bol. da pesca.*, Lisbonne, **43** (18) : 29 p.

VIOLLE (H.), RAYNAUD (M.) et PRUDHOMME (A.), 1942. — De la vitalité du bacille typhique et du B. coli dans l'eau de mer. — *C.R. Soc. Biol.*, **136** : 689-90.

WARREN-LITSKY (Ph. D.), WALTER (L.), MALLMANN (Ph.D.), F.A.P.H.A. et FIFIELD (C.W.), 1955. — Comparison of the most probable numbers of *Escherichia coli* and Enterococci in river water. — *Am. J. publ. Health*, **45** : 1019-53.

WOOD (P.C.), 1956. — The enumaration of *Escherichia coli* in sea water. — *J. appl. Bactériol.*, **19** : 26-30.

— 1957. — Further studies of methods and standards for the bacteriological examination of shellfish. — Note présentée au *Cons. Int. Explor. Mer*, 9 p. ronéo.

— 1957. — Factors affecting the pollution and self purification of molluscan shellfish in a polluted estuary. — *J. Cons. int. Explor. Mer*, **22** : 200-8.

— 1961. — The principles of water sterilisation by ultra-violet light, and their application in the purification of oysters. — *Fish. Investig.*, sér. 2, **23** (6). 48 p.

YONGE (C.M.), 1960. — Oysters. — Londres, Collins, 209 p.

ZABOROWSKI (H.), HUBER (D.A.) et RAYMANN (M.M.), 1958. — Evaluation of microbiological methods used for the examination of precooked frozen foods. — *Appl. Microbiol.*, **6** : 97-107.

ZOBELL (C.E.), 1936. — Bactericidal action of sea water. — *Proc. Soc. exp. Biol. Med*, **34** : 113-6.

— 1940. — Some factors which influence oxygen consumption by bacteria in lake water. — *Biol. Bull.*, **78** 388-402.

— 1946. — Marine microbiology. — Waltham, Massachusetts, Chrono. Bot. C° : 240 p.

ANNEXE

Tableaux I à XVI. — Analyses des prélèvements d'eau et d'huîtres (184 au total) faits sur sept stations en rivière d'Auray.

Tableaux XVII à XXIV. — Analyses des prélèvements d'eau et d'huîtres (87 au total) faits en huit points du littoral.

TABL. I. — *Série d'analyses n° 1;* 7-IV-1959, marée : mi-jusant, coeff. : 84, pluie : 1, soleil : 0, vent : O - NO force : 1.

STATIONS	0 Auray	1 Le Plessis		2 Rosnarho		3 Locqueltas		4 Fort Espagnol		5 Le Harnic		6 Le Rolay	
Heure de marée	2 h 30 J	3 h 30 J		3 h 45 J		4 h 05 J		4 h 20 J		5 h J		BM	
Etat de la mer	A	A		A		A		A		A		A	
ANALYSE CHIMIQUE													
Température (° C)	14°	13°5		13°3		13°1		13°		12°9		12°5	
Limon	2	2		1		0		0		0		0	
Oxygène dissous (ml/l)	4,6	5,2		5,04		5,69		5,46		5,53		5,80	
Matières organiques (en O_2 mg/l)	4,5	4,46		6,44		3,12		2,97		3,27		2,15	
Chlore des chlorures (g ‰)	8,2	12,4		14,5		16,4		17,1		18,3		18,3	
pH	6,6	7,4		7,2		7,2		7,2		7,8		8,1	
Azote ammoniacal	+	traces		0		0		0		0		0	
Azote nitreux	0	0		0		0		0		0		0	
Azote nitrique	0	0		0		0		0		0		0	
Putrescibilité (test en 7 jours)	+	0		0		0		0		0		0	
	E	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H
ANALYSE BACTERIOLOGIQUE (eau et huîtres)													
Total Coliformes/l	60 000	8 000	39 000	6 000	21 000	1 000	12 000	1 000	6 000	0	600	0	0
Escherichia coli	40 000	6 000	30 000	2 000	18 000	900	5 700	400	3 000	0	600		
Escherichia intermedium		2 000	9 000	2 000		100		600					
Citrobacter	20 000				3 000		6 300		3 000				
Aerobacter aerogenes				2 000									
Aerobacter cloacae													
Total Paracoli/l	7 000	1 000	0	1 000	3 000	500	3 000	0	3 000	600	2 400	0	0
Paracoli coliforme	7 000	1 000		1 000	3 000		3 000		3 000	600	2 400		
Hafnia						500							
Autres germes													
Streptococcus faecalis	10 000+	10 000+	3 000	5 000	3 000	1 000	0	1 000	0	0	0	0	0
Proteus vulgaris	P												
Faecalis alcaligenes	P												

TABL. II. — *Série d'analyses n° 2 ;* 5-V-1959, marée : basse-mer, coeff. : 70, pluie : 0, soleil : 2, vent : N E force : 1.

STATIONS	0 Auray	1 Le Plessis		2 Rosnarho		3 Locqueltas		4 Fort Espagnol		5 Le Harnic		6 Le Rolay	
Heure de marée		1 h F		40 m. F		20 m. F		BM		BM			
Etat de la mer		A		A		A		A		A			
ANALYSE CHIMIQUE													
Température (° C)		13°5		13°6		13°3		13°1		13°			
Limon		1		1		0		0		0			
Oxygène dissous (ml/l)		5,46		4,9		5,1		4,97		4,97			
Matières organiques (en O_2 mg/l)		2,3		2		2,6		1,84		2			
Chlore des chlorures (g ‰)		4,9		8,3		12,6		14,6		16,5			
pH		7		7,1		8,1		8,1		8,2			
Azote ammoniacal		0		0		0		0		0			
Azote nitreux		0		0		0		0		0			
Azote nitrique		0		0		0		0		0			
Putrescibilité (test en 7 jours)		0		0		0		0		0			
	E	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H
ANALYSE BACTERIOLOGIQUE (eau et huîtres)													
Total Coliformes/l		8 000	24 000	8 000	21 000	2 000	3 600	400	5 700	0	1 800		
Escherichia coli		8 000	12 000	6 000	18 000	1 300	1 200	400	2 700		1 200		
Escherichia intermedium			12 000	2 000			2 400		3 000		600		
Citrobacter					3 000								
Aerobacter aerogenes						700							
Aerobacter cloacae													
Total Paracoli/l		0	0	0	3 000	P	0	0	0	0	0		
Paracoli coliforme					3 000								
Hafnia													
Autres germes													
Streptococcus faecalis						(non recherché)							
Achromobacter							3 000						
Pseudomonas								400					

TABL. III. — *Série d'analyses n° 3 ;* 2-VI-1959, marée : mi-flot, coeff. : 55, pluie : 0, soleil : 3, vent : NE force : 1.

STATIONS	0 Auray	1 Le Plessis		2 Rosnarho		3 Locqueltas		4 Fort Espagnol		5 Le Harnic		6 Le Rolay	
Heure de marée		3 h F		2 h 40 F		2 h 15 F		2 h 05 F		1 h 45 F			
Etat de la mer		C		C		C		C		C			
ANALYSE CHIMIQUE													
Température (° C)		18°5		18°3		18°		18°		17°5			
Limon		1		1		0		0		0			
Oxygène dissous (ml/l)		4,29		4,29		4,47		4,50		4,79			
Matières organiques (en O_2 mg/l)		1,52		1,21		1,06		1,06		1,36			
Chlore des chlorures (g ‰)		14,6		16,4		17,6		17,6		18,5			
pH		7,8		7,8		7,9		7,9		7,9			
Azote ammoniacal		0		0		0		0		0			
Azote nitreux		traces		0		0		0		0			
Azote nitrique		0		0		0		0		0			
Putrescibilité (test en 7 jours)		+		0		0		0		0			
	E	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H
ANALYSE BACTERIOLOGIQUE (eau et huîtres)													
Total Coliformes/l		1 000	2 700	900	3 900	400	1 200	400	1 950	0	0		
Escherichia coli		1 000	2 700	800	3 900			400	1 200				
Escherichia intermedium							1 200		750				
Citrobacter													
Aerobacter aerogenes				100		400							
Aerobacter cloacae													
Total Paracoli/l		0	2 700	0	0	0	1 800	0	0	200	0		
Paracoli coliforme													
Hafnia							1 800						
Providencia			2 700							200			
Autres germes													
Streptococcus faecalis						(non recherché)							
Pseudomonas fluorescens									1 800				

TABL. IV. — *Série d'analyses n° 4 ;* 2-VII-1959, marée : pleine-mer, coeff. : 75, pluie : 0, soleil : 3, vent : O force : 1.

STATIONS	0 Auray	1 Le Plessis		2 Rosnarho		3 Locqueltas		4 Fort Espagnol		5 Le Harnic		6 Le Rolay	
Heure de marée		PM		PM		1 h J		1 h 15 J		1 h 45 J			
Etat de la mer		C		C		C		C		A			
ANALYSE CHIMIQUE													
Température (° C)		20°5		20°		19°		19°		18°			
Limon		0		0		0		0		0			
Oxygène dissous (ml/l)		4,88		4,93		5,18		5,18		5,25			
Matières organiques (en O_2 mg/l)		5,07		3,69		3,53		3,12		3,69			
Chlore des chlorures (g ‰)		19,3		19,9		20,4		20,3		20,4			
pH		7,7		7,7		7,7		7,8		7,8			
Azote ammoniacal		0		0		0		0		0			
Azote nitreux		0		0		0		0		0			
Azote nitrique		0		0		0		0		0			
Putrescibilité (test en 7 jours)		0		0		0		0		0			
	E	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H
ANALYSE BACTERIOLOGIQUE (eau et huîtres)													
Total Coliformes/l		600	12 000	400	9 000	0	600	0	2 400	0	600		
Escherichia coli		400	6 000	400	6 000		600		1800				
Escherichia intermedium									600				
Citrobacter					3 000								
Aerobacter aerogenes		200	6 000										
Aerobacter cloacae											600		
Total Paracoli/l		2 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Paracoli coliforme		2 000											
Hafnia													
Autres germes													
Streptococcus faecalis						(non recherché)							
Achromobacter							P						
Pseudomonas aeruginosa		P											

TABL. V. — *Série d'analyses n° 5* ; 15-IX-1959, marée : basse-mer, coeff. : 80, pluie : 0, soleil : 3, vent : N E force : 0.

STATIONS	Auray 0	1 Le Plessis		2 Rosnarho		3 Locqueltas		4 Fort Espagnol		5 Le Harnic		6 Le Rolay	
Heure de marée	4 h 30 J	5 h J		5 h 10 J		5 h 20 J		BM		BM		BM	
Etat de la mer	C	C		C		C		C		C		C	
ANALYSE CHIMIQUE													
Température (° C)	20°3	20°1		20°1		20°		20°		19°8		19°5	
Limon	2	1		0		0		0		0		0	
Oxygène dissous (ml/l)	3,5	3,99		4,02		4,41		4,69		4,9		5	
Matières organiques (en O_2 mg/l)	2	1,78		1,33		1,48		1,33		1,48		1,42	
Chlore des chlorures (g ‰)	16,3	19,6		20,3		20,4		20,5		20,6		20,7	
pH	7,2	7,6		7,6		7,8		7,8		7,8		8,1	
Azote ammoniacal	0	0		0		0		0		0		0	
Azote nitreux	0	0		0		0		0		0		0	
Azote nitrique	0	0		0		0		0		0		0	
Putrescibilité (test en 7 jours)	0	0		0		0		0		0		0	
	E	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H
ANALYSE BACTERIOLOGIQUE (eau et huîtres)													
Total Coliformes/l	80 000	10 000	30 000	8 000	30 000	2 000	3 600	600	1 200	0	1 200	200	0
Escherichia coli	60 000	4 000	30 000	4 000	30 000	600	3 600	400	1 200		600		
Escherichia intermedium			P	P		1 400							
Citrobacter	20 000	6 000											
Aerobacter aerogenes	P			4 000							600	200	
Aerobacter cloacae													
Total Paracoli/l	30 000	4 000	24 000	2 000	0	0	3 000	0	3 000	0	0	0	
Paracoli coliforme							3 000		3 000				
Hafnia	30 000	4 000	24 000	2 000									
Autres germes													
Streptococcus faecalis	10 000+	10 000+	30 000+	1 000	15 000	5 000	3 000	1 000	1 500	0	600		
Proteus	P	P			P								
Pseudomonas aeruginosa				P									
B5 W	P				P		P		P				

TABL. VI. — *Série d'analyses n° 6* ; 5-X-1959, marée : mi-flot, coeff. : 107, pluie : 0, soleil : 3, vent : O force : 1.

STATIONS	0 Auray	1 Le Plessis		2 Rosnarho		3 Locqueltas		4 Fort Espagnol		5 Le Harnic		6 Le Rolay	
Heure de marée		3 h 45 F		3 h 30 F		3 h F		2 h 50 F		2 h 30 F			
Etat de la mer		C		C		C		C		C			
ANALYSE CHIMIQUE													
Température (° C)		16°6		16°2		16°		15°9		15°5			
Limon		1		1		0		0		0			
Oxygène dissous (ml/l)		4,5		4,62		4,9		4,9		5,1			
Matières organiques (en O_2 mg/l)		2,3		2,1		1,95		1,65		1,8			
Chlore des chlorures (g ‰)		16,4		17,9		18,1		18,3		18,7			
pH		7,6		7,7		7,8		7,8		8			
Azote ammoniacal		0		0		0		0		0			
Azote nitreux		0		0		0		0		0			
Azote nitrique		0		0		0		0		0			
Putrescibilité (test en 7 jours)		0		0		0		0		0			
	E	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H
ANALYSE BACTERIOLOGIQUE (eau et huîtres)													
Total Coliformes/l		2 000	12 000	2 000	6 000	800	2 700	800	3 000	0	0		
Escherichia coli		2 000	6 000	1 000	6 000	800	1 200	600	3 000				
Escherichia intermedium			6 000				1 500	200					
Citrobacter													
Aerobacter aerogenes				1 000									
Aerobacter cloacae													
Total Paracoli/l		1 000	9 000	0	3 000	1 000	3 000	0	3 000	0	0		
Paracoli coliforme			9 000			1 000			3 000				
Hafnia					P		3 000						
Providencia		1 000			P								
Autres germes						(non recherché)							
Streptococcus faecalis													
Pseudomonas fluorescens													

TABL. VII. — *Série d'analyses n° 7* ; 3-XI-1959, marée : mi-jusant, coeff. : 108, pluie : 1, soleil : 0, vent : E force : 1.

STATIONS	0 Auray	1 Le Plessis		2 Rosnarho		3 Locqueltas		4 Fort Espagnol		5 Le Harnic		6 Le Rolay	
Heure de marée		2 h 30 J		2 h 40 J		2 h 50 J		3 h J		3 h 15 J			
Etat de la mer		C		C		C		C		C			
ANALYSE CHIMIQUE													
Température (° C)		13°5		13°8		14°		14°		14°5			
Limon		1		0		0		0		0			
Oxygène dissous (ml/l)		5,04		5,25		5,4		5,67		5,64			
Matières organiques (en O_2 mg/l)		1,21		2,03		3,1		1,4		1,21			
Chlore des chlorures (g ‰)		18,5		18,7		19,6		19,7		19,8			
pH		7,6		7,6		7,8		7,8		8			
Azote ammoniacal		0		0		0		0		0			
Azote nitreux		0		0		0		0		0			
Azote nitrique		0		0		0		0		0			
Putrescibilité (test en 7 jours)		0		0		0		0					
	E	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H
ANALYSE BACTERIOLOGIQUE (eau et huîtres)													
Total Coliformes/l		4 000	12 000	2 000	12 000	1 000	6 000	400	600	0	600		
Escherichia coli		2 000	6 000	1 000	3 000	1 000	3 600	400	600				
Escherichia intermedium			6 000		9 000								
Citrobacter		2 000									600		
Aerobacter aerogenes				1 000			2 400						
Aerobacter cloacae													
Total Paracoli/l		P	12 000	0	3 000	0	3 000	P	0	0	0		
Paracoli coliforme					3 000								
Hafnia		P	12 000					P					
Providencia							3 000						
Autres germes													
Streptococcus faecalis					(non recherché)								
Faecalis alcaligenes								P					

TABL. VIII. — *Série d'analyses n° 8* ; 8-XII-1959, marée : pleine-mer, coeff.: 50, pluie: 3 (tempête la veille), soleil: 0, vent: O force: 1.

STATIONS	0 Auray	1 Le Plessis		2 Rosnarho		3 Locqueltas		4 Fort Espagnol		5 Le Harnic		6 Le Rolay	
Heure de marée		4 h 30 F		4 h 45 F		5 h F		5 h 10 F		PM			
Etat de la mer		C		C		C		C		A			
ANALYSE CHIMIQUE													
Température (° C)		8°8		9°5		9°		9°		9°8			
Limon		2		1		1		1		0			
Oxygène dissous (ml/l)		6,42		6,86		6,72		6,72		6,25			
Matières organiques (en O_2 mg/l)		4,50		3,75		3,30		3,30		2,10			
Chlore des chlorures (g ‰)		1,8		6		7,2		7,2		14,3			
pH		6,7		7,1		7,1		7,2		7,8			
Azote ammoniacal		traces		0		0		0		0			
Azote nitreux		0		0		0		0		0			
Azote nitrique		0		0		0		0		0			
Putrescibilité (test en 7 jours)		+		+		0		0		0			
	E	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H
ANALYSE BACTERIOLOGIQUE (eau et huîtres)													
Total Coliformes/l		10 000	12 000	10 000	9 600	10 000	3 600	8 000	2 700	6 000	1 800		
Escherichia coli		900	6 000	900	5 700	550	1 800	400	1 200	200	600		
Escherichia intermedium		7 500	6 000		3 900		1 800	7 200	1 500	5 800	1 200		
Citrobacter		1 600		7 100		9 450							
Aerobacter aerogenes				2 000									
Aerobacter cloacae													
Total Paracoli/l		6 000	9 000	5 000	6 000	2 000	3 000	7 000	3 000	4 000	0		
Paracoli coliforme		3 000	9 000	5 000	3 000			5 000					
Hafnia		3 000			3 000		3 000	2 000	3 000	4 000			
Providencia						2 000							
Autres germes													
Streptococcus faecalis					(non recherché)								
Faecalis alcaligenes			P					P					
Pseudomonas fluorescens													

TABL. IX. — *Série d'analyses n° 9* ; 12-I-1960, marée : mi-flot, coeff. : 66, pluie : 0, soleil : 1, vent : NO force : 2.

STATIONS	0 Auray	1 Le Plessis		2 Rosnarho		3 Locqueltas		4 Fort Espagnol		5 Le Harnic		6 Le Rolay	
Heure de marée	1 h 30 F	2 h F		2 h 20 F		2 h 40 F		3 h F		3 h 30 F		5 h F	
Etat de la mer	C	C		C		A		A		A		A	
ANALYSE CHIMIQUE													
Température (° C)	3°	4°		5°5		6°		6°		7°		7°5	
Limon	1	1		0		0		0		0		0	
Oxygène dissous (ml/l)	5,5	6,96		6,54		6,43		6,38		6,16		6,22	
Matières organiques (en O_2 mg/l)	2,3	1,24		0,93		0,93		0,78		0,93		0,75	
Chlore des chlorures (g ‰)	3	4,7		12,5		13,6		14,5		17		18,5	
pH	6,7	7		7,6		7,6		7,8		8		8,1	
Azote ammoniacal	traces	0		0		0		0		0		0	
Azote nitreux	traces	0		0		0		0		0		0	
Azote nitrique	0	0		0		0		0		0		0	
Putrescibilité (test en 7 jours)	+	0		0		0		0		0		0	
	E	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H
ANALYSE BACTERIOLOGIQUE (eau et huîtres)													
Total Coliformes/l	20 000	6 000	6 000	4 000	6 000	2 000	2 400	1 000	2 400	400	1 800	0	0
Escherichia coli	12 000	4 000	6 000	2 000	3 000	1 200	1 200	600	1 200		600		
Escherichia intermedium					3 000	800	1 200	400	1 200	400	1 200		
Citrobacter													
Aerobacter aerogenes	8 000	2 000		2 000									
Aerobacter cloacae													
Total Paracoli/l	6 000	2 000	3 000	0	3 000	1 000	0	0	3 000	0	0	0	0
Paracoli coliforme					3 000								
Hafnia	6 000	2 000	3 000			1 000			3 000				
Autres germes													
Streptococcus faecalis	1 000	0	3 000	500	1 500	500	0	0	600	0	0	0	0

TABL. X. — *Série d'analyses n° 10* : 15-II-1960, marée : basse-mer, coeff. : 94, pluie : 1, soleil : 1, vent : O force : 1.

STATIONS	0 Auray	1 Le Plessis		2 Rosnarho		3 Locqueltas		4 Fort Espagnol		5 Le Harnic		6 Le Rolay	
Heure de marée		BM		BM		1 h F		1 h 10 F		1 h 30 F			
Etat de la mer		C		C		C		C		C			
ANALYSE CHIMIQUE													
Température (° C)		5°		5°1		6°		6°1		7°			
Limon		1		1		0		0		0			
Oxygène dissous (ml/l)		5,63		5,63		5,60		6,29		6,30			
Matières organiques (en O_2 mg/l)		1,91		1,91		2		1,50		1,61			
Chlore des chlorures (g ‰)		1,5		3,9		10,6		12,7		17,1			
pH		6,7		7,1		7,6		7,7		7,8			
Azote ammoniacal		traces		0		0		0		0			
Azote nitreux		0		0		0		0		0			
Azote nitrique		0		0		0		0		0			
Putrescibilité (test en 7 jours)		0		0		0		0		0			
	E	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H
ANALYSE BACTERIOLOGIQUE (eau et huîtres)													
Total Coliformes/l		4 000	12 000	4 000	9 600	2 000	2 400	800	1 200	200	1 200		
Escherichia coli		2 000	6 000	1 000	3 600	1 000	2 400	600		200	600		
Escherichia intermedium			6 000		6 000						600		
Citrobacter		2 000											
Aerobacter aerogenes				3 000		1 000		200	1 200				
Aerobacter cloacae													
Total Paracoli/l		0	0	0	3 000	3 000	3 000	P	0	0	0		
Paracoli coliforme					3 000	3 000	3 000	P					
Hafnia													
Autres germes		(non recherché)											
Streptococcus faecalis		P		P									
Faecalis alcaligenes		P	P										
Proteus morganii													

TABL. XI. — *Série d'analyses n° 11* ; 21-III-1960, marée : mi-jusant, coeff. : 50, pluie : 0, soleil : 2, vent : E force : 2.

STATIONS	0 Auray	1 Le Plessis		2 Rosnarho		3 Locqueltas		4 Fort Espagnol		5 Le Harnic		6 Le Rolay	
Heure de marée		1 h 35 J		1 h 40 J		2 h 15 J		2 h 30 J		2 h 50 J			
Etat de la mer		A		A		A		A		A			
ANALYSE CHIMIQUE													
Température (° C)		11°		11°		10°8		10°5		5°5			
Limon		1		1		0		0		0			
Oxygène dissous (ml/l)		5,95		6,16		5,81		6,02		6,23			
Matières organiques (en O_2 mg/l)		1,82		1,52		1,21		1,21		0,91			
Chlore des chlorures (g ‰)		2		6,6		11,2		11,2		13,3			
pH		6,9		7,7		7,8		7,8		7,8			
Azote ammoniacal		0		0		0		0		0			
Azote nitreux		0		0		0		0		0			
Azote nitrique		0		0		0		0		0			
Putrescibilité (test en 7 jours)		0		0		0		0		0			
	E	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H
ANALYSE BACTERIOLOGIQUE (eau et huîtres)													
Total Coliformes/l		4 000	6 000	800	3 600	400	2 400	600	600	0	600		
Escherichia coli		2 000	3 000	800	3 600	200	2 400	200	600		600		
Escherichia intermedium			3 000					400					
Citrobacter		2 000				200							
Aerobacter aerogenes													
Aerobacter cloacae													
Total Paracoli/l		0	6 000	1 000	3 000	0	0	0	0	0	0		
Paracoli coliforme													
Hafnia			6 000	1 000	3 000								
Autres germes													
Streptococcus faecalis						(non recherché)							
Faecalis alcaligenes								P					
Proteus vulgaris		P	P		P								

TABL. XII. — *Série d'analyses n° 12* ; 12-IV-1960, marée : pleine-mer, coeff. 102, pluie : 0, soleil : 2, vent : O force : 1.

STATIONS	0 Auray	1 Le Plessis		2 Rosnarho		3 Locqueltas		4 Fort Espagnol		5 Le Harnic		6 Le Rolay	
Heure de marée	4 h F	5 h F		5 h 10 F		5 h 35 F		5 h 50 F		PM		PM	
Etat de la mer	C	C		C		C		C		C		C	
ANALYSE CHIMIQUE													
Température (° C)	14°	13°		12°5		12°		12°		11°5		11°	
Limon	1	0		0		0		0		0		0	
Oxygène dissous (ml/l)	4,8	5,6		5,66		5,86		5,79		5,89		6	
Matières organiques (en O_2 mg/l)	2,42	2,3		2,12		1,92		1,65		1,55		1,30	
Chlore des chlorures (g ‰)	13,2	14,3		14,7		15,1		17,1		18,2		19,4	
pH	7,2	7,7		7,7		7,8		7,8		7,9		8,2	
Azote ammoniacal	0	0		0		0		0		0		0	
Azote nitreux	0	0		0		0		0		0		0	
Azote nitrique	0	0		0		0		0		0		0	
Putrescibilité (test en 7 jours)	0	0		0		0		0		0		0	
	E	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H
ANALYSE BACTERIOLOGIQUE (eau et huîtres)													
Total Coliformes/l	2 000	1 000	12 000	600	12 000	800	5 700	0	2 400	0	600	0	0
Escherichia coli	1 200	800	6 000	400	5 700	200	3 600		600				
Escherichia intermedium				200	6 300	600	2 100		1 800				
Citrobacter	800	200	6 000										
Aerobacter aerogenes											600		
Aerobacter cloacae													
Total Paracoli/l	2 000	1 000	6 000	0	6 000	0	0	0	0	0	0	0	0
Paracoli coliforme					6 000								
Hafnia	2 000	1 000	6 000										
Autres germes													
Streptococcus faecalis	1 000	1 000	3 000	0	3 000	0	600	0	600	0	0	0	0
Faecalis alcaligenes							P						

TABL. XIII. — *Série d'analyses n° 13* ; 10-IX-1960, marée : mi-jusant, coeff. : 73, pluie : 2, soleil : 1, vent : O - NO force : 1.

STATIONS	0 Auray	1 Le Plessis		2 Rosnarho		3 Locqueltas		4 Fort Espagnol		5 Le Harnic		6 Le Rolay	
Heure de marée	1 h 30 J	2 h J		2 h 15 J		2 h 35 J		3 h J		3 h 40 J		BM	
Etat de la mer	C	C		C		C		C		C		C	
ANALYSE CHIMIQUE													
Température (° C)	17°	16°		16°		15°5		15°1		14°5		14°	
Limon	2	2		1		1		0		0		0	
Oxygène dissous (ml/l)	3,85	4,41		4,55		4,83		5,11		5,46		5,67	
Matières organiques (en O_2 mg/l)	3,44	2,60		2,64		2,24		1,80		1,15		0,95	
Chlore des chlorures (g ‰)	7,2	12,7		13,6		15,7		16,2		17,6		19,1	
pH	6,8	7,4		7,4		7,7		7,8		8		8,1	
Azote ammoniacal	+	traces		0		0		0		0		0	
Azote nitreux	traces	0		0		0		0		0		0	
Azote nitrique	0	0		0		0		0		0		0	
Putrescibilité (test en 7 jours)	+	0		0		0		0		0		0	
	E	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H
ANALYSE BACTERIOLOGIQUE (eau et huîtres)													
Total Coliformes/l	20 000	4 000	33 000	2 000	12 000	600	6 000	400	2 400	0	600	0	0
Escherichia coli	12 000	2 000	30 000	800	6 000	400	6 000	400	1 800				
Escherichia intermedium				1 200	6 000				600		600		
Citrobacter	8 000	2 000	3 000										
Aerobacter aerogenes						200							
Aerobacter cloacae													
Total Paracoli/l	10 000	2 000	3 000	1 000	12 000	0	0	0	0	0	1 500	0	0
Paracoli coliforme	3 000	1 000											
Hafnia	6 000	1 000	3 000	1 000	12 000						1 500		
Providencia	1 000												
Autres germes													
Streptococcus faecalis	10 000 +	10 000 +	15 000	5 000	0	0	3 000	0	300	0	0	0	0
Faecalis alcaligenes	P												
Proteus vulgaris	P	P	P										

TABL. XIV. — *Série d'analyses n° 14* ; 20-X-1960, marée : pleine-mer, coeff. : 94, pluie : 1, soleil : 1, vent : O force : 1.

STATIONS	0 Auray	1 Le Plessis		2 Rosnarho		3 Locqueltas		4 Fort Espagnol		5 Le Harnic		6 Le Rolay	
Heure de marée	45 m J	PM		PM		5 h 30 F		5 h 20 F		5 h F		3 h 30 F	
Etat de la mer	C	C		C		C		C		C		C	
ANALYSE CHIMIQUE													
Température (° C)	12°5	13°		13°5		13°5		13°8		14°		14°	
Limon	2	1		1		0		0		0		0	
Oxygène dissous (ml/l)	4,76	5,74		5,74		5,95		6,02		6,02		5,88	
Matières organiques (en O_2 mg/l)	4,62	3,91		3,62		2,65		2,44		2,12		1,12	
Chlore des chlorures (g ‰)	10,9	12,4		14		14,8		15,4		16,7		18,8	
pH	7,1	7,6		7,7		7,8		7,8		8		8	
Azote ammoniacal	0	0		0		0		0		0		0	
Azote nitreux	0	0		0		0		0		0		0	
Azote nitrique	0	0		0		0		0		0		0	
Putrescibilité (test en 7 jours)	0	0		0		0		0		0		0	
	E	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H
ANALYSE BACTERIOLOGIQUE (eau et huîtres)													
Total Coliformes/l	6 000	2 000	12 000	1 000	3 900	400	6 000	0	1 800	0	0	0	0
Escherichia coli	4 000	1 200	12 000	600	3 900		3 600		1 200				
Escherichia intermedium				400		400	2 400		600				
Citrobacter													
Aerobacter aerogenes	2 000	800											
Aerobacter cloacae													
Total Paracoli/l	2 000	500	0	0	6 000	0	0	0	0	0	0	0	0
Paracoli coliforme	2 000				3 000								
Hafnia		500			3 000								
Autres germes													
Streptococcus faecalis	5 000	0	3 000	0	0	0	3 000 P	0	0	0	0	0	0
Proteus vulgaris													

TABL. XV. — *Série d'analyses n° 15* ; 2-XI-1960, marée : basse-mer, coeff. : 90, pluie : 2, soleil : 0, vent : O-NO force : 3.

STATIONS	0 Auray	1 Le Plessis		2 Rosnarho		3 Locqueltas		4 Fort Espagnol		5 Le Harnic		6 Le Rolay	
Heure de marée	4 h J	5 h J		5 h 15 J		5 h 30 J		BM		BM		1 h 30 F	
Etat de la mer	A	A		A		A		A		A		A	
ANALYSE CHIMIQUE													
Température (° C)	11°	12°		12°5		12°5		12°8		13°		13°5	
Limon	3	2		2		1		0		0		0	
Oxygène dissous (ml/l)	3,92	4,76		5,04		4,97		5,18		5,48		5,51	
Matières organiques (en O_2 mg/l)	3,25	2,85		2,70		2,70		1,85		1,50		1,18	
Chlore des chlorures (g ‰)	0,5	1		3		6		8		10,9		16	
pH	6,6	6,7		6,8		7		7,1		7,8		8	
Azote ammoniacal	+	+		traces		0		0		0		0	
Azote nitreux	+	traces		0		0		0		0		0	
Azote nitrique	+	0		0		0		0		0		0	
Putrescibilité (test en 7 jours)	+	+		0		0		0		0		0	
	E	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H
ANALYSE BACTERIOLOGIQUE (eau et huîtres)													
Total Coliformes/l	80 000	23 000	30 000	10 000	12 000	10 000	6 000	4 000	6 000	1 000	1 800	0	0
Escherichia coli	60 000	20 000	24 000	10 000	6 000	8 000	3 000	2 000	3 000	800	1 200		
Escherichia intermedium						2 000	3 000	2 000	3 000	200			
Citrobacter	20 000	2 000	6 000								600		
Aerobacter aerogenes													
Aerobacter cloacae		1 000			6 000								
Total Paracoli/l	11 000	5 000	6 000	2 000	6 000	3 000	1 500	1 000	0	0	0	0	0
Paracoli coliforme	6 000	4 000	3 000	1 000									
Hafnia	4 000	1 000	3 000	1 000	6 000	3 000	1 500	1 000					
Providencia	1 000												
Autres germes													
Streptococcus faecalis	10 000+	10 000+	3 000	10 000+	600	10 000+	600	1 000	600	0	0	0	0
Faecalis alcaligenes	P			P									
Proteus vulgaris	P	P											

TABL. XVI. — *Série d'analyses n° 16* ; 5-XII-1960, marée : mi-flot, coeff. : 81, pluie : 3, soleil : 1, vent : O-NO force : 1.

STATIONS	0 Auray	1 Le Plessis		2 Rosnarho		3 Locqueltas		4 Fort Espagnol		5 Le Harnic		6 Le Rolay	
Heure de marée	4 h F	3 h 10 F		3 h F		2 h 50 F		2 h 40 F		2 h 20 F		1 h F	
Etat de la mer	A	A		A		A		A		A		A	
ANALYSE CHIMIQUE													
Température (° C)	10°	10°5		10°5		11°		11°		11°5		11°6	
Limon	2	2		1		1		0		0		0	
Oxygène dissous (ml/l)	5,05	5,53		5,88		5,95		6,03		5,82		5,77	
Matières organiques (en O_2 mg/l)	3,12	2,43		2,12		1,72		1,60		0,95		0,85	
Chlore des chlorures (g ‰)	3,3	5,4		6,5		8,2		9,4		14,9		18,5	
pH	6,8	7,2		7,5		7,5		7,6		7,9		8,1	
Azote ammoniacal	0	0		0		0		0		0		0	
Azote nitreux	0	0		0		0		0		0		0	
Azote nitrique	0	0		0		0		0		0		0	
Putrescibilité (test en 7 jours)	0	0		0		0		0		0		0	
	E	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H
ANALYSE BACTERIOLOGIQUE (eau et huîtres)													
Total Coliformes/l	40 000	4 000	6 000	2 000	6 000	4 000	3 000	1 000	3 000	600	600	0	0
Escherichia coli	40 000	4 000	6 000	2 000	3 600	2 000	3 000	800	1 800	400			
Escherichia intermedium					2 400			200		200	600		
Citrobacter													
Aerobacter aerogenes						2 000			1 200				
Aerobacter cloacae													
Total Paracoli/l	8 000	1 000	3 000	1 000	3 000	1 000	6 000	1 000	3 000	0	1 500	0	0
Paracoli coliforme	6 000						3 000						
Hafnia	2 000	1 000	3 000	1 000	3 000	1 000	3 000	1 000	3 000		1 500		
Autres germes													
Streptococcus faecalis	10 000+	1 000	15 000	0	0	0	1 500	0	600	0	0	0	0
Proteus vulgaris	P			P		P							
Pseudomonas aeruginosa				P									

TABL. XVII. — *Prélèvements en rivière de Pénerf, rivage de Pencadénic.*

Situation	Bassin		Bassin		Parc		Bassin		Bassin		Parc		Bassin		Parc		Bassin		Parc	
Date	5-V-1959		5-IX-1959		5-IX-1959		15-IX-1959		30-XI-1959		30-XI-1959		13-V-1960		13-V-1960		13-II-1961		13-II-1961	
Heure	7 h 30		10 h		11 h		12 h		13 h 45		14 h 30		8 h		8 h 30		7 h 30		8 h	
Marée heure	—		—		5 h J		—		—		3 h 45 F		—		2 h 30 J		—		3 h J	
Marée coefficient	70		103		103		80		103		103		104		104		73		73	
Vent direction	NE		NE		NE		E		SO		SO		SE		SE		SE		SE	
Vent force	1		1		1		1		2		2		2		2		1		1	
Pluie	0		0		0		0		1		1		1		1		0		0	
Soleil	1		2		2		2		0		0		2		2		1		1	
ANALYSE CHIMIQUE																				
Température (° C)	10°5		17°5		16°5		16°8		11°5		10°5		20°		19°5		9°		9°	
Limon	1		0		2		0		0		2		0		1		0		1	
Oxygène dissous (ml/l)	5,28		4,4		4,3		4,52		5,69		5,61		4,50		3,77		5,59		5,16	
Chlore des chlorures (g°/°°)	13,9		18,9		18,6		18,5		17,9		18		17,3		17,2		11,9		10,7	
pH	7,8		7,8		7,7		7,9		7,8		7,7		7,9		7,8		7,5		7,5	
	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H
ANALYSE BACTERIOLOGIQUE (eau et huîtres)																				
Total Coliformes/l	0	0	200	600	1 200	2 400	0	0	0	600	0	1 800	0	0	800	600	200	0	600	1 800
Escherichia coli			200	600	800	2 400				600		600			800	600	200		600	600
Escherichia intermedium					400							1 200								1 200
Citrobacter																				
Aerobacter aerogenes																				
Aerobacter cloacae																				
Total Paracoli/l	0	0	500	0	0	1 000	0	0	0	0	0	0	0	500	0	0	0	0	500	0
Paracoli coliforme													0		0	0	0	0	500	0
Hafnia			500			1 000								500						
Autres germes.																				
Streptococcus faecalis	0	0	0	0	0	1 500	0	0	0	0	0	0	0	600	0	0	0	0	0	600

TABL. XVIII. — *Prélèvements dans le golfe du Morbihan, côte de Sarzeau.*

Situation	Bassin		Bassin		Parc		Bassin		Bassin		Parc	
Date	7-IV-1959		30-XI-1959		30-IX-1959		12-II-1960		13-II-1961		13-II-1961	
Heure	13 h 30		12 h 30		12 h 2 h F		10h 30		11 h		12 h 2 h 30 F	
Marée heure	—		—		103		—		—		73	
Marée coefficient	84		103		SO		94		73		SE	
Vent direction	NO		SO		2		O		SE		1	
Vent force	1		2		1		1		1		0	
Pluie	0		1		0		1		0		1	
Soleil	1		0						1			
ANALYSE CHIMIQUE												
Température (° C)	12°8		10°		9°8		6°1		10°		10°2	
Limon	0		0		1		0		0		1	
Oxygène dissous (ml/l)	4,37		5,07		4,95		5,8		4,29		4,58	
Chlore des chlorures (g°/°°)	17,1		17		17,6		16,3		17,2		17,3	
pH	7,9		7,8		7,8		7,7		7,9		7,9	
	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H
ANALYSE BACTERIOLOGIQUE (eau et huîtres)												
Total Coliformes/l	0	0	400	1 200	0	600	0	0	0	600	0	0
Escherichia coli			400	1 200		600						
Escherichia intermedium										600		
Citrobacter												
Aerobacter aerogenes												
Acrobacter cloacae												
Total Paracoli/l	0	0	0	500	0	0	0	0	0	0	0	0
Paracoli coliforme				500								
Hafnia												
Autres germes.												
Streptococcus faecalis	0	0	0	600	0	0	0	0	0	0	0	0

TABL. XIX. — *Prélèvements dans le golfe du Morbihan, côte de Séné.*

Situation	Bassin		Parc		Bassin		Bassin		Bassin		Parc	
Date	12-I-1960		12-I-1960		21-III-1960		12-IV-1960		13-II-1961		13-II-1961	
Heure	9 h 45		10 h 3 h 15 J		11 h		10 h		9 h 30		9 h 4 h J	
Marée heure	—		66		—		—		—		73	
Marée coefficient	66		N		50		102		73		SE	
Vent direction	N		1		E		0		SE		1	
Vent force	1		0		2		1		1		0	
Pluie	0		1		0		2		0		1	
Soleil	1				3		0		1			
ANALYSE CHIMIQUE												
Température (° C)	7°1		6°5		10°2		12°5		10°1		10°	
Limon	0		1		0		0		0		2	
Oxygène dissous (ml/l)	4,88		5,35		5,27		5,73		4,6		5,37	
Chlore des chlorures (g°/°°)	15,6		14,6		12,8		13,9		14,5		14,4	
pH	7,8		7,6		7,7		7,7		7,7		7,7	
	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H
ANALYSE BACTERIOLOGIQUE (eau et huîtres)												
Total Coliformes/l	400	3 000	1 000	2 400	0	600	4 000	18 000	600	6 000	1 000	3 000
Escherichia coli	400	2 400	1 000	2 400		600	2 000	12 000	200	2 400	600	1 800
Escherichia intermedium		600					2 000	6 000			400	1 200
Citrobacter									400	3 600		
Aerobacter aerogenes												
Aerobacter cloacae												
Total Paracoli/l	0	3 000	0	0	500	0	0	1 500	0	4 000	1 000	1 000
Paracoli coliform		1 000			500			1 500		2 000		
Hafnia		2 000								2 000	1 000	1 000
Autres germes.												
Streptococcus faecalis	1 000	1 500	0	0	0	0	10 000 +	6 000	0	3 000	0	600
Proteus vulgaris		P						P		P		
Faecalis alcaligenes												

TABL. XX. — *Prélèvements dans le golfe du Morbihan, côte d'Arradon.*

Situation	Bassin	Parc	Bassin	Parc	Bassin	Bassin
Date	5-IX-1959	5-IX-1959	8-XII-1959	8-XII-1959	30-XII-1959	10-IX-1960
Heure	10 h 15	10 h	8 h 30	9 h	10 h	13 h
Marée heure	—	3 h 20 J	—	1 h 30 F	—	—
Marée coefficient	103	103	50	50	103	79
Vent direction	NE	NE	O	O	SO	O-NO
Vent force	1	1	1	1	2	1
Pluie	0	0	3	3	1	2
Soleil	2	2	0	0	0	1
ANALYSE CHIMIQUE						
Température (° C)	16°9	16°3	7°5	7°9	10°9	15°1
Limon	0	1	1	2	0	0
Oxygène dissous (ml/l)	4,67	4,8	4,88	5,11	4,52	4 92
Chlore des chlorures (g°/°°)	18,4	18,1	14,3	14,6	17,1	18,1
pH	8	7,9	7,8	7,8	7,8	7,8

	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H
ANALYSE BACTERIOLOGIQUE (eau et huîtres)												
Total Coliformes/l	0	0	0	0	400	1 800	600	1 800	0	0	800	3 000
Escherichia coli					200	1 200	200	1 800			400	1 800
Escherichia intermedium					200	600						
Citrobacter												
Aerobacter aerogenes							400				400	1 200
Aerobacter cloacae												
Total Paracoli/l	1 000	500	0	0	500	1 500	0	0	0	0	0	1 000
Paracoli coliforme			0	0	500		0	0	0	0	0	1 000
Hafnia	1 000	500				1 500						
Autres germes.												
Streptococcus faecalis	0	0	0	0	0	600	0	0	0	0	0	600

TABL. XXI. — *Prélèvements dans le golfe du Morbihan, pointe des Emigrés* (zone insalubre).
(Il n'a pas été fait d'analyse d'huîtres.)

Situation	Plage	Plage	Plage
Date	30-XI-1959	13-V-1960	13-II-1961
Heure	9 h	11 h	14 h 30
Marée heure	3 h J	3 h 20 J	3 h F
Marée coefficient	103	104	73
Vent direction	SO	SE	SE
Vent force	2	2	1
Pluie	1	1	0
Soleil	0	2	1
ANALYSE CHIMIQUE			
Température (° C)	9°	18°9	8°5
Limon	2	2	1
Oxygène dissous (ml/l)	5,25	4,0	4,70
Chlore des chlorures (g°/°°)	14,9	15,8	12,1
pH	7,6	7,6	7,7

	E	H	E	H	E	H
ANALYSE BACTERIOLOGIQUE (eau et huîtres)						
Total Coliformes/l	6 000		8 000		2 000	
Escherichia coli	4 000		4 000		2 000	
Escherichia intermedium	2 000					
Citrobacter			4 000			
Aerobacter aerogenes						
Aerobacter cloacae						
Total Paracoli/l	3 000		1 000		2 000	
Paracoli coliforme	3 000		1 000			
Hafnia					2 000	
Autres germes.						
Streptococcus faecalis	10 000 + P		1 000 P		0	
Proteus vulgaris					P	
Faecalis alcaligenes						

TABL. XXII. — *Prélèvements en rivière d'Auray, rive droite, port de Kérantré* (zone insalubre).
(Il n'a pas été fait d'analyse d'huîtres.)

Situation	Bassin		Bassin		Plage		Bassin		Plage	
Date	11-VI-1959		2-XI-1960		2-XI-1960		5-XII-1960		5-XII-1960	
Heure	12 h		13 h		13 h 30		8 h 30		9 h	
Marée : heure	—		—		3 h F		—		3 h J	
Marée : coefficient	75		90		90		81		81	
Vent : direction	O		O-NO		O-NO		NO		NO	
Vent : force	1		3		3		1		1	
Pluie	0		2		2		3		3	
Soleil	3		0		0		1		1	
ANALYSE CHIMIQUE										
Température (° C)	21°2		12°1		12°6		10°		10°	
Limon	1		1		3		1		3	
Oxygène dissous (ml/l)	3,47		4,3		5,1		5,37		5,50	
Chlore des chlorures (g°/°°)	18,2		6,5		6,6		9,1		8,4	
pH	7,8		7,3		7,5		7,6		7,4	
	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H
ANALYSE BACTERIOLOGIQUE (eau et huîtres)										
Total Coliformes/l	1 000		8 000		4 000		2 000		4 000	
Escherichia coli	200		6 000		2 000		1 000		2 000	
Escherichia intermedium	800				2 000		1 000		2 000	
Citrobacter			2 000							
Aerobacter aerogenes										
Aerobacter cloacae										
Total Paracoli/l	0		1 000		2 000		3 000		2 000	
Paracoli coliforme	0		1 000				1 000		2 000	
Hafnia					2 000		2 000			
Autres germes.										
Streptococcus faecalis	0		5 000		1 000		10 000+		10 000+	
Proteus vulgaris	P				P					
Faecalis alcaligenes			P				P			

TABL. XXIII. — *Prélèvements en rivière d'Auray, littoral de Locmariaquer.*

Situation	Bassin		Bassin		Parc		Bassin		Bassin		Parc		Bassin	
Date	2-VI-1959		5-IX-1959		5-IX-1959		5-X-1959		13-V-1960		13-V-1960		20-X-1960	
Heure	9 h		8 h		8 h 30		10 h 30		14 h		14 h 40		11 h	
Marée : heure	—		—		2 h 30 J		—		—		2 h F		—	
Marée : coefficient	55		103		103		107		104		104		94	
Vent : direction	NE		NE		NE		O		SE		SE		O	
Vent : force	1		1		1		1		2		2		1	
Pluie	0		0		0		0		1		1		1	
Soleil	3		2		2		3		2		2		1	
ANALYSE CHIMIQUE														
Température (° C)	18°9		16°9		16°5		17°		20°5		19°5		13°	
Limon	0		0		1		0		0		1		0	
Oxygène dissous (ml/l)	4,18		4,60		4,70		4,81		4,70		4,90		4,98	
Chlore des chlorures (g°/°°)	18,9		18,6		18,3		18,5		18,4		18,5		17,8	
pH	7,9		7,8		7,8		8		7,9		7,9		7,9	
	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H
ANALYSE BACTERIOLOGIQUE (eau et huîtres)														
Total Coliformes/l	0	600	400	1 200	600	3 000	0	0	0	0	800	0	0	600
Escherichia coli		600	400	1 200	600	2 400					200			
Escherichia intermedium						600					600			600
Citrobacter														
Aerobacter aerogenes														
Aerobacter cloacae														
Total Paracoli/l	0	0	0	0	500	0	0	0	0	500	0	0	0	1 000
Paracoli coliforme														
Hafnia					500					500				1 000
Autres germes.														
Streptococcus faecalis	0	0	0	0	0	300	0	0	0	0	0	0	0	3 000
Proteus vulgaris						P								

TABL. XXIV. — *Prélèvements sur la plage de St-Julien en Quiberon.*

Situation	Bassin		Plage		Bassin		Plage		Bassin		Plage	
Date	5-IX-1959		5-IX-1959		3-XI-1959		3-XI-1959		13-V-1960		13-V-1960	
Heure	13 h 30		14 h		12 h 30		11 h		12 h 30		12 h 40	
Marée heure	—		1 h 30 F		—		5 h J		—		BM	
Marée coefficient	103		103		108		108		104		104	
Vent direction	NE		NE		SE		SE		SE		SE	
Vent force	1		1		1		1		2		2	
Pluie	0		0		1		1		1		1	
Soleil	2		2		0		0		2		2	
ANALYSE CHIMIQUE												
Température (° C)	16°9		16°3		15°		14°6		20°2		18°5	
Limon	0		0		0		1		0		0	
Oxygène dissous (ml/l)	4,80		4,81		5,0		5,1		4,86		4,74	
Chlore des chlorures (g°/°°)	19,7		19,6		19,3		19,4		18,7		18,9	
pH	8		8		8		8		7,9		8	
	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H
ANALYSE BACTERIOLOGIQUE (eau et huîtres)												
Total Coliformes/l	0		0	0	0		0	0	0		0	0
Escherichia coli												
Escherichia intermedium												
Citrobacter												
Aerobacter aerogenes												
Aerobacter cloacae												
Total Paracoli/l	0		0	0	0		0	0	0		0	0
Paracoli coliforme												
Hafnia												
Autres germes.												
Streptococcus faecalis	0		0	0	0		0	0	0		0	0

DEUXIEME THESE

PROPOSITION DONNÉE PAR LA FACULTÉ

Les huîtres et l'ostréiculture en France

Vu

Le Président de la Thèse,

Signé : JACQUET

Vu

Le Doyen,

Signé : LOZAC'H

Vu

et Permis d'imprimer

Caen, le 25 mai 1962

Le Recteur, Président du Conseil d'Université,

Signé : DAURE